T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİLERİ

SERİ ÜRETİM MODELLEME PLAKASI
521MMI667

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 3
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 5
1. PLAKAYI TASARLAMA 5
1.1. Modelleme Sayısına Göre Plaka Ölçülerini Belirlemek 5
1.1.1. Modelleme Plakaları 6
1.2. Plakayı Cad Ortamında Çizmek 11
1.2.1. CAM Programı 13
1.2.2. Çizim Menüsü 20
UYGULAMA FAALİYETİ 29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 31
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 32
2. PLAKAYI İŞLEME 32
2.1. Parçayı Cam Programına Aktarma ve Kaydetme 32
2.2. Modellemenin Operasyona Hazırlanması 33
2.3. Takım Yolunun Oluşturulması 34
2.3.1. CAM programı Takım yolu (ToolPaths) Menüsü 34
2.3.2. Kesicinin Yolunu Belirleme 35
2.3.3. Kullanılacak Kesiciyi Seçme 38
2.4. Takım Yolunun Simülasyonla Kontrolü 41
2.5. G Kodlarının Oluşturulması ve Düzenlenmesi 42
2.6. Plakayı CNC Tezgahında İşlemek 46
2.6.1. Çevresel Frezeleme İşlemleri (Contour) 46
2.6.2. İnce Talaş Kaldırma İşlemi 48
UYGULAMA FAALİYETİ 49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52
MODÜL DEĞERLENDİRME 53
CEVAP ANAHTARLARI 54
KAYNAKÇA 55

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI667**
ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme**
DERS	**Seri Üretim Modellemeler**
MODÜLÜN ADI	Seri Üretim Modelleme Plakası
MODÜLÜN TANIMI	Modelleme teknolojisine uygun olarak modelleme plakasının yapımı ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	10. Sınıf alan ortak modüllerini başarmış olmak.
YETERLİK	Seri üretim modelleme plakası yapmak.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Modelleme teknolojisine uygun olarak,CNC tezgahı ile seri üretim modelleme plakası yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. CAD ortamında modelleme imalat resmini çizebileceksiniz. 2. Uygun modelleme malzemesini seçebileceksiniz. 3. Cad-cam programı kullanarak çizim ve takım yolu oluşturabileceksiniz. 4. CNC tezgâhlarında seri üretim modelleme plakasını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam**: Seri üretim modellemeleri atölyesi, meslek resim sınıfı ve cad laboratuarı **Donanım:** El aletleri, iş tezgahları, projeksiyon, tepegöz, bilgisayar, örnek işler, muhtelif model örnek çizimleri gereklidir.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Döküm yolu ile parça yapımın ilk basamağını oluşturan, bilgisayar destekli endüstriyel modelleme, ülkemizde önü açık ve hızla ilerleyen bir daldır. Bu ilerlemeler beraberinde, alanda yetişmiş insan gücü ihtiyacı da artmaktadır.

CAD-CAM sistemleri ülkemizde imalatın birçok alanında kullanılmakta, yaygınlaşmakta ve üretim maliyetlerini büyük oranda düşürmektedir. Ayrıca gelişmiş ülkelerde hızlı prototipleme teknikleri de kullanılmaktadır. Bizler de bu sistemleri model tasarımı ve imalatında kullanmaktayız.

Bilgisayar destekli endüstriyel modelleme dalında, seri üretim modellemeleri büyük önem taşımaktadır. Bu modül ile sizlere seri üretim modellemeleri içerisinde yer alan, seri üretim modelleme plakası ile ilgili bilgi ve beceriler verilecektir.

Sizlerden istenen bu modülde verilen bilgileri, öğretmeniniz rehberliğinde seri üretim modelleme plakalarını teknolojisine uygun yapabilmenizdir. Modülün sizlere gerekli bilgiyi ve becerileri kazandıracağını umuyor ve başarılar diliyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Seri üretim modelleme plakası yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Seri üretim yapan dökümhaneleri gezerek kullandıkları seri üretim modelleme ve plakalarını inceleyiniz.
- Internet üzerinden araştırmalar yaparak, edindiğiniz bilgileri rapor halinde sınıfa sununuz.

1. PLAKAYI TASARLAMA

1.1. Modelleme Sayısnına Göre Plaka Ölçülerini Belirlemek

Seri üretim modelleme, plak modelleme yöntemi ile yapılır. Modelleme plakası olarak genellikle ağaç, alüminyum ve dökme demir malzemeler kullanılmaktadır. Modellememeler plakaya çeşitli şekillerde bağlanır (pimleme, markalama ve derecede), modellemeler plakaya tek plaka tek yüzey, tek plaka çift yüzey ve çift plaka çift yüzey olaçak şekilde bağlanırlar. Modellemeler plakalara ya birleştirme ile ya da plaka ile birlikte işlenerek yapılırlar(Resim 1.1).

Resim 1.1. Plakayla birlikte işlenmiş modelleme

1.1.1. Modelleme Plakaları

1.1.1.1. Ağaç Modelleme Plakaları

Ağaç modelleme plakaları kontraplaklardan yapılır. Kalıplamada gösterdikleri mukavemet ve dayanıklılık tercih sebebidir.

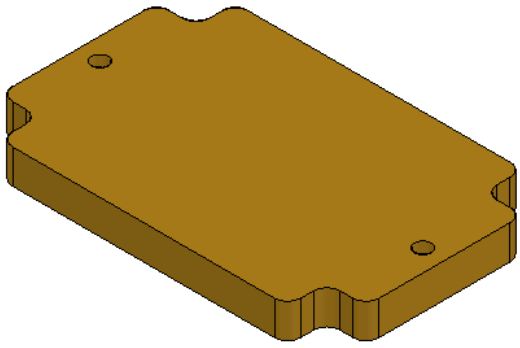
Kontraplaklar ince ağaç katmanlarının fenolik reçine ile yapıştırılması ve birbirine çapraz dizilmesi ile elde edilen ahşap paneldir. Kontraplaklar en az üç adet 1,5-3,2mm kalınlığında ağaç katmandan üretilir. Katmanlar üst üste gelenlerin lif yönleri birbirine dik olacak şekilde yerleştirilir. Panelde her zaman tek sayıda katman olur. Böylece yüzey katmanlarının lif yönü aynı olur. Özel kullanım alanları için standart yapının dışında "yönlendirilmiş" olarak tanımlanan özel kontrplaklar da üretilebilir.

Kontraplak paneller sert ağaç katmanları, fenolik film, plastik laminat, doyurulmuş kağıt, fiber takviyeli reçine, boya veya cila ile kaplanabilir. Kontrplağın mukavemetine katmanların sayısı, kalınlığı, ağaç türü ve lif yönleri etki eder(Resim1.2 ve resim 1.3).

Resim 1.2. Film kaplı kontrplak

Resim 1.3. Filmsiz kontrplak

Döküm sayısı az olan plak modellemelerin yapımında ağaç plakalar kullanılır.



Şekil 1.1. Ağaç modelleme plakası

1.1.1.2. Alüminyum Modelleme Plakaları

Çağımızın metali alüminyum hafif ve mukavemetli olması, kolay şekillendirilmesi gibi özellikleri ile diğer metallere göre avantajlıdır. Bu özellikleri ile genel mühendislik uygulamalarında geniş kullanım alanı bulmuştur. Alüminyum, demir, çelikten sonra en fazla kullanılan, gümüş renginde, hafif ve yumuşak bir metaldir.

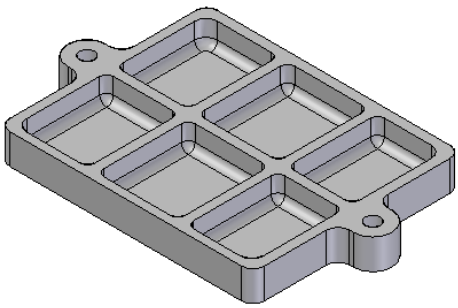
Resim 1.4. Alüminyum modelleme plakası

Alüminyumun hafif, mukavemetli ve kolay işlenebilirliğinden dolayı seri üretim modelleme yapımında; hem alüminyum plaka olarak hem de alüminyum modelleme için kullanılmaktadır.

Resim 1.5. Alüminyum modelleme plakası

1.1.1.3. Döküm Metal Modelleme Plakaları

Kalıplama makineleri olan ve seri üretim yapan dökümhanelerde kalıplama makinesinin özelliğine bağlı olarak modelleme plakaları dökme demirden dökülerek, işlenmek suretiyle kullanılır. Ayrıca kalıplama makinelerinden bazıları kaset plaka sistemi ile çalışmaktadır.



Şekil 1.2. Döküm metal modelleme plaka

Resim 1.6. Kaset plaka

1.1.1.4. Plaka Seçimi

Yapacağımız seri üretim modellemenin hangi işletmede, hangi şartlarda kullanılacağı plakanın seçimi için önem arz etmektedir. İşletmelerdeki makine parkı buna etkendir. Modellemenin elde veya makinede kalıplanacağı da plakanın seçimi konusunda yardımcı olmaktadır. Makinede kalıplanacak plak modellemeler makine plakası ve derecelerine uygun olmalıdır. Ayrıca modellemenin büyüklüğü ve kalıplama sayısı da seçim için önem taşımaktadır. Eğer elde kalıplanacaksa ahşap plaka tercih edilmelidir(Tablo1.1).

KÜÇÜK KALIPLAMA MAKİNASI PLAKALARI							
	V	Y	X	D	T	S	DÜŞÜNCELER
A+B	610	440	710	22	465	355	TEK DELİK VAR
BÜYÜK KALIPLAMA MAKİNASI							
C	740	440	710	22	465	355	EKSEN AYNI
D	740	455	840	22	580	375	EKSEN AYNI
G+H	860	540	960	22	710	460	EKSEN AYNI
EN BÜYÜK KALIPLAMA MAKİNASI							
D	740	455	840	22	580	375	EKSEN AYNI
E+F	850	640	950	22	710	560	EKSEN AYNI
J+K	960	570	1060	22	790	490	EKSENDEN KAÇIK
L+M	1000	635	1150	22	965	555	EKSEN AYNI

Tablo 1.1. Seri modellemede kullanılan kalıplama makinesi plakaları

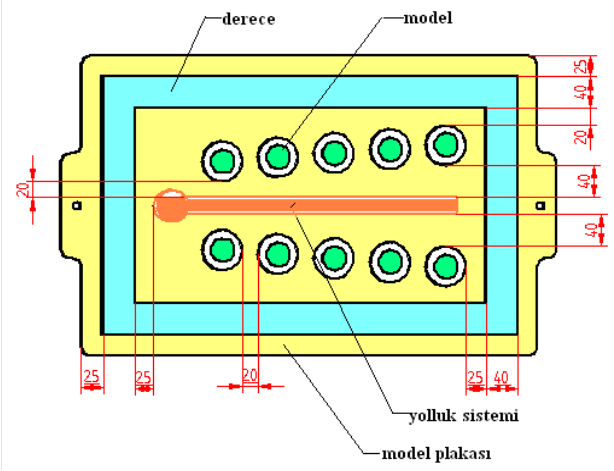
Modelleme plakasının ölçülerinin tespiti modelleme sayısı ve kalıplama şekli belirlendikten sonra plaka ölçüleri çıkartılır. Makinede kalıplanacaksa tablo 1. 2`den ölçüler

belirlenir. Elde kalıplama yapılacak ve açma dereceye ihtiyaç varsa modellemenin büyüklüğü ve plakaya konulacak adet miktarı göz önüne alınarak ölçü tespit edilir.

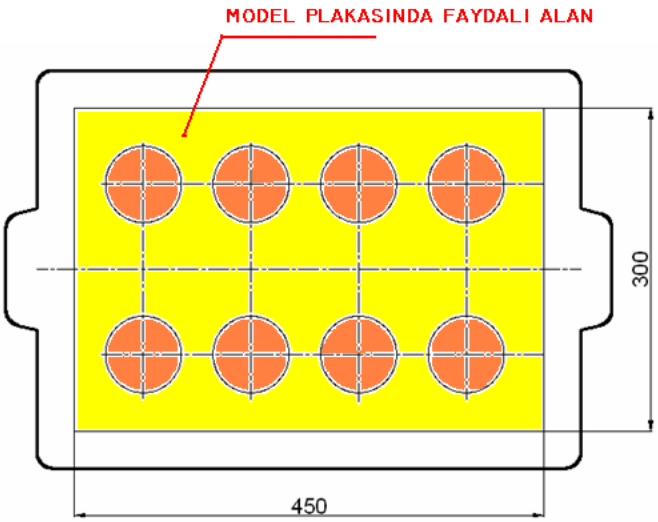
CİNSİ	V	Y	X	H	ÇİFT
A	610	395	505	125	25
B	610	400	500	125	50
C	610	400	500	200	50
D	740	415	620	200	25
E	850	600	750	200	10
F	850	600	750	250	15
G	860	500	750	125	50
H	860	500	750	200	50
I	900	585	845	250	3
İ	950	840	850	165	6
J	960	530	830	300	6
K	960	530	830	150	4
L	1000	595	1005	120	5
M	1000	595	1005	180	5

Tablo 1.2. Seri modellemede kullanılan makine dereceleri

Tespit edilen ölçülere göre modelleme plakasının faydalı alanına modellemeler ve yolluk sistemi yerleştirilir. Bu işlemler yapılırken modelleme ile diğer modelleme arasındaki mesafeler ile, modelleme ile derece ve yolluk sistemi arasındaki mesafeler güvenli mesafeler olmalıdır. Bu mesafeler fazla tutularak derecedeki faydalı alanlar boşa sarf edilmemelidir (Şekil 1.3ve Şekil 1.4).



Şekil 1.3. Seri üretim modellemelerinde elemanlar arasındaki güvenli mesafeler



Şekil 1.4. Modelleme plakasında faydalı alanlar

1.1.1.5. Malzeme

Seri üretim modellemelerinden olan plak modellerin plakaları ya modelleme ile beraber dökülerek veya işlenerek elde edilir ya da modelleme ayrı modelleme plakası ayrı yapılır. Modelleme plakalarının hazırlamasında şu hususlar dikkate alınır;

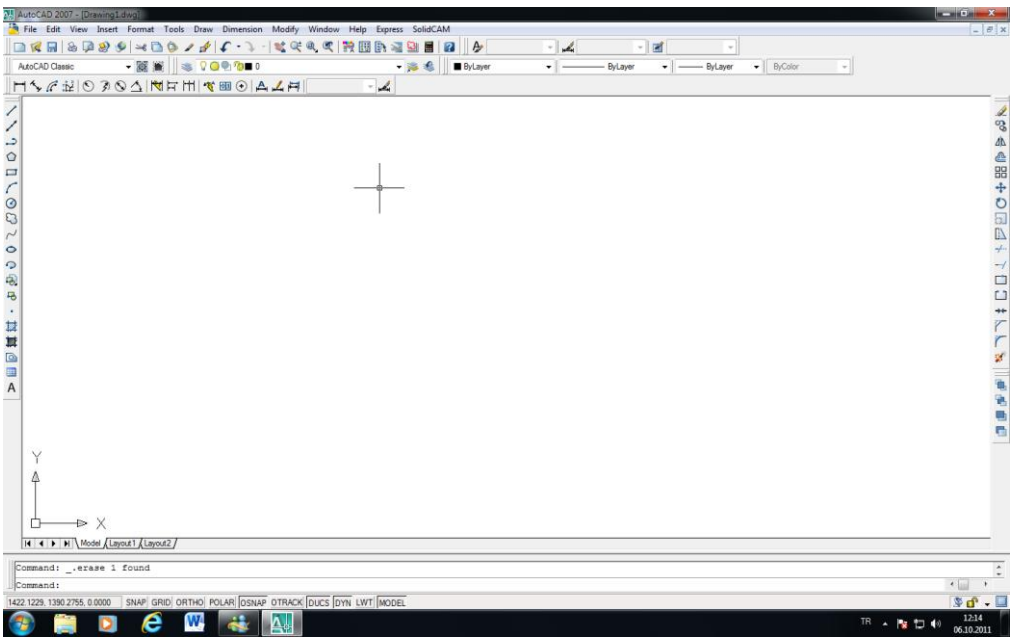
- Plakanın nasıl yapılacağı
- Modellemenin kalıplama miktarı
- Modelin elde veya makinede kalıplanacağı
- Ekonomik faktörler

Modelleme plakaları ağaç, alüminyum, pirinç ve pik dökümden yapılır. Ağaç plakalar kontrplak tabla olarak istenen kalınlıkta satın alınır veya alınan kontrplaklardan hazırlanır. Madeni plakalar ise kalınlıkları modellemenin durumuna göre döküm yoluyla veya hazır alüminyum plaka olarak satın alınarak işlenir. Satın alınacak veya döküm yoluyla elde edilecek plakanın ölçüleri imalat yöntemine göre değişiklik gösterir.

Günümüzde birçok işletme kalıplama makinelerinde kasetli plaka sistemi kullanmaktadır. Bu sistemde kaset dediğimiz dayanıklı malzemeden çerçeveler yapılır. Plakalar çerçeve içerisine pimlerle merkezlenir vida bağlantısı ile sabitlenir. Kalıplama makinesine bağlantı çerçevelerden yapılır. Kullanılan plakalar ise genellikle 20 mm kalınlığında kontra veya alüminyum levhadan yapılır. Plaka ölçüleri kalıplama makinesinin kapasitesine ve plak modelleme yerleşim planına göre belirlenmelidir.

1.2. Plakayı Cad Ortamında Çizmek

CAD programı açıldığında aşagıdaki pencere karşımıza çıkar. Çizimlerimizi pencerenin içine çizeriz.



Şekil.1.5. CAD Çizim penceresi

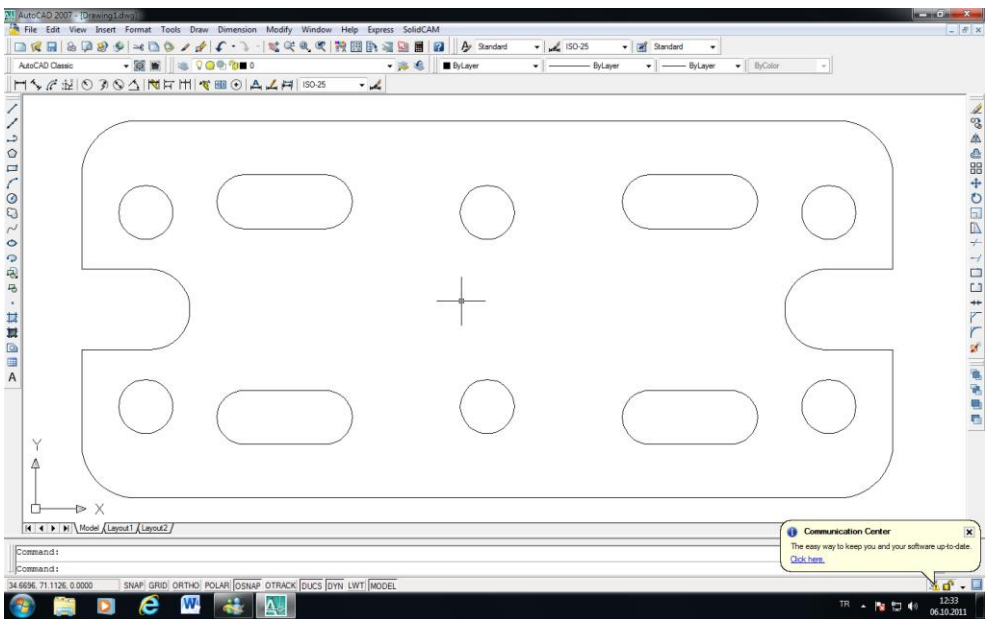
Çizim paket program menülerini hatırlayalım.

FILE: Dosya üzerinde işlem yapmaya ilişkin komutlar.Dosya açma-kapatma,kaydetme yeni bir dosya oluşturma, yapılan çizimi yazıcıya gönderme gibi işlemler bu menünün içindedir.
EDİT: Düzenleme ve düzeltme komutları.
VIEW: Görüntü kontrol komutları.
INSERT: Blok yerleştirme, farklı programlardan dosyaları yerleştirme komutlarının olduğu menüdür.
FORMAT: Çizimle ilgili bütün ön ayarların yapıldığı menüdür.Katmanlar,çizgi tipleri ve ölçü birimleri gibi özellikler bu menüden ayarlanır.
TOOLS: Çizim ile ilgili ayarlar, kullanıcı ayarları, düzenleme komutlarının olduğu menüdür.
DRAW: 2 ve 3 Boyutta çizim oluşturma komutlarının olduğu menüdür.
DIMENSION: Ölçülendirme komutlarının olduğu menüdür.
MODIFY: 2 ve 3 Boyutlu çizim düzeltme ve çizimleri düzenleme komutlarının menüsüdür.
WINDOW: Çizim esnasında grafik pencereler arası hızlı geçiş sağlayan komutların olduğu menüdür
HELP: Yardım konularının bulunduğu menüdür.

➢ **Çizim Komutları**

Line Komutu: Doğrusal çizgiler çizerken bu komut kullanılır.
Circle Komutu: Çember çizme komutudur.
Arc Komutu: Yay çizme komutudur.
Rectangle Komutu: Dikdörtgen çizme komutudur.
Polygon Komutu: Çokgen çizme komutudur.
Ellipse Komutu: Elips çizme komutudur
Ellipse Arc Komutu: Elips yayı çizmek için kullanılan komuttur.
Donut Komutu: İç çapı ve dış çapı verilerek içi dolu halkalar çizen komuttur.
Construction Line Komutu: Sonsuza doğru giden doğrusal çizgi çizen komuttur
Ray Komutu: Tek yöne doğru doğrusal çizgi çizen komuttur.
Polyline Komutu: 2 boyutlu bileşik çizgiler çizen komuttur.
Spline Komutu: Spline eğriler çizmek için kullanılan komuttur.
Table Komutu: Tablo oluşturmak için kullanılan komuttur.

Hatırladığımız bilgilerimizle Cad ortamında modelleme plakamızı çizeriz.



Şekil 1.6. Çizilmiş Modelleme plakası

1.2.1. CAM Programı

Cad ortamında çizmiş olduğumuz modelleme plaksını CAM ortamına aktarırken CAM programını da bilmek zorundayız. Bunun için CAM programıyla ilgili bilgileri vereceğiz.

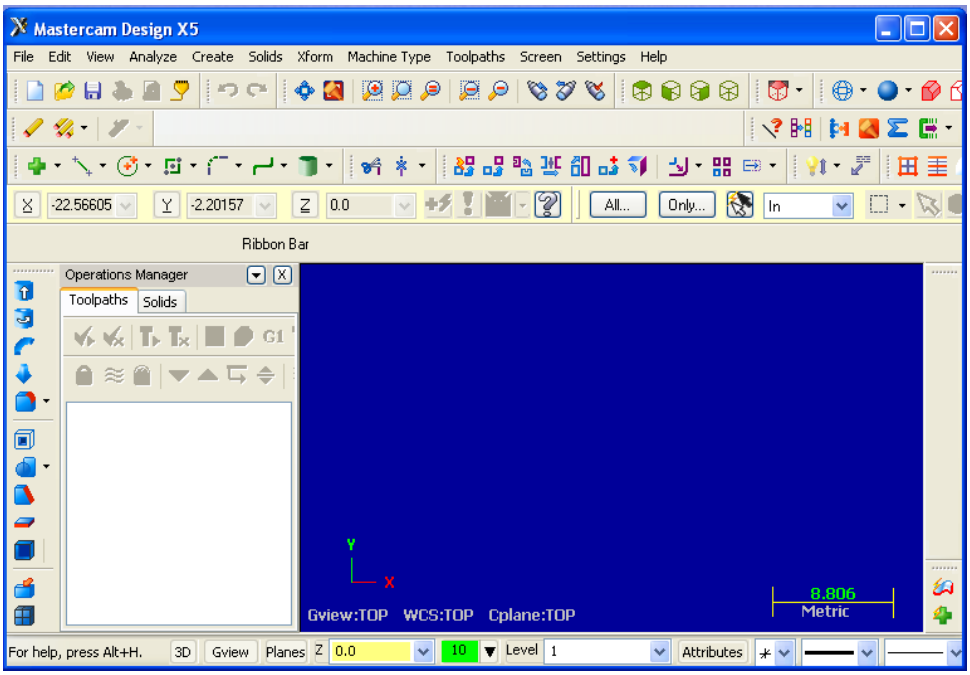
CAM parça geometrisini,grafik olarak takım yolunu,imalat verilerini, NC programını oluşturan ve bilgisayar üzerinde çalışabilen entegre bir CAD/CAM programıdır.

- CAD/CAM Program Modülleri Tanıtımı.

Design LT (Teknik Resim Çizim);
Design (Tasarım);
Mill (Freze);
Lathe (Torna);
Wire (Tel Erozyon);
ART (Artistik Tasarım ve ĠĞleme);
Router (Ağaç ĠĞleme) modüllerinden oluşur.

1.2.1.1. Dosya Oluşturma

CAM programı "Design" Tasarım veya "Mill" freze kısmı ile açılabilir. Tasarım kısmında sadece çizim yapılabilir.



Şekil 1.7.CAM tasarım ekranı

Programı açtığımız zaman yeni bir dosya ile açılır. Yeni bir dosya oluşturmak için ana menüden "File" Dosya komutunu seçeriz. Çıkan menüden ise "New" yeni komutunu seçeriz. Yeni bir geometri ve operasyon dosyası açmak istiyormusunuz? Diyalog kutusu çıkar. Evet düğmesini tıklarız yeni dosya açılır.

File	Dosya
Edit	Düzelt
View	Bakış
Analyze	Analiz
Create	Oluştur
Solids	Solid
xfrom	Çoğalt
Machine Tybe	Makine Tipi
Toolpaths	Takım Yolları
Screen	Ekran
Settings	Ayarlar
Help	Yrdım

Şekil.1.7. CAM ana menüsü

- **Dosya Menüsü(File)**

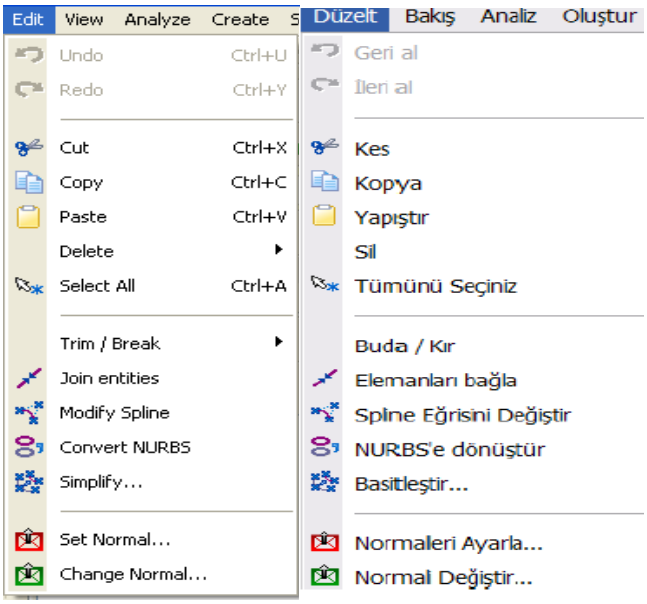
Herhangi bir çizim, tasarım veya ölçülendirme gibi geometrik özellikleri içeren
dosyaların yazdırılması,bilgisayarın sabit diskine (Hard Disk) kayıt edilmesi veya gerektiği zaman çağrılması, listelenmesi gibi dosyalama işlemlerini içeren komutlardır.

File	Dosya
New	Yeni
Open	Aç
Edit	Düzeltme
Save	Kaydet
Save Some	Farklı Kaydet
Import Folder	Klasörü getir
Export Folder	Klasörü çevir

Şekil 1.8. CAM dosya (File) menüsü

➢ **Düzelt (Edit)**

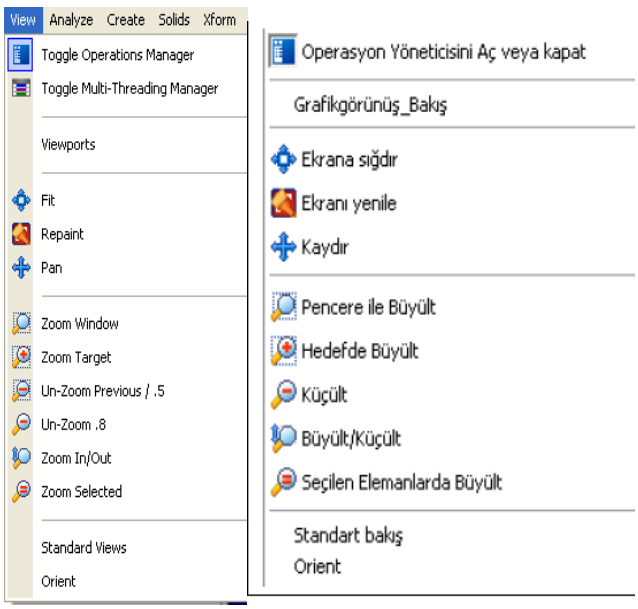
Mevcut elemanlar üzerinde değişiklik yapmak için kullanılan fonksiyonlardır.



Şekil 1.9. CAM Düzelt (Edit) dosya menüsü

➢ **Bakış (View)**

Ekrana bakış şekillerinin ve görünüş tiplerinin ayarlanabildiği bu komutta ekrana sığdırma, büyütme, küçültme, ekranı döndürme ve grafik görünüş seçimleri mevcuttur.



Şekil 1.10. Bakış (View) menüsü

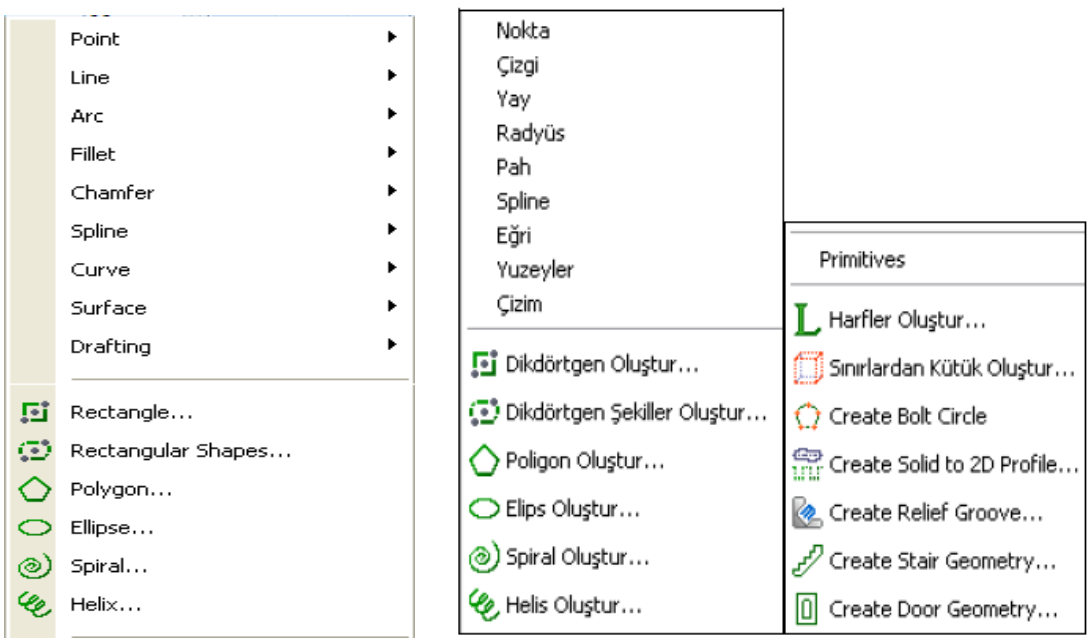
➢ **Analiz(Analize)**

Ekranda bulunan herhangi bir elemanın (nokta,çizgi,yay,yüzey,katı gibi)koordinatlarını, enini, boyunu, çapını, rengini, hacmini analiz etmede kullanılır.

Şekil.1.11. Analiz Menüsü

➢ **Oluştur (Create)**

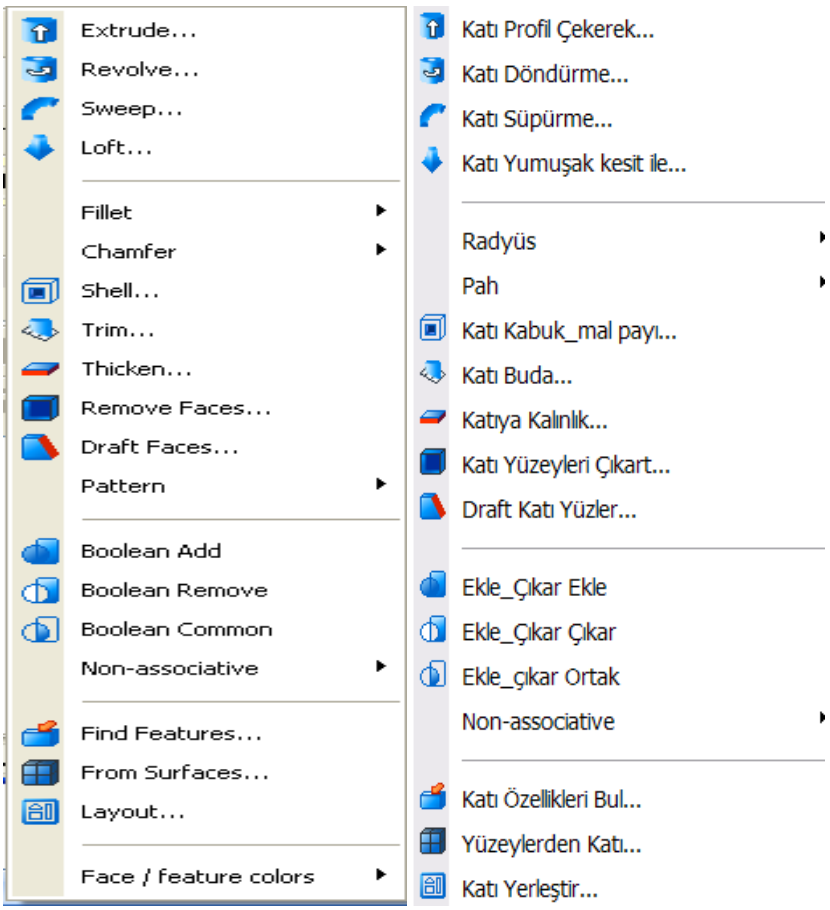
Bu menü altında geometrik elemanları oluşturma fonksiyonları mevcuttur. Gösterilen tüm geometrik çizimler, bu komutun altındaki oluşturma fonksiyonları ile oluşturulur.



Şekil 1.12. Oluştur (Create) menüsü

➢ **Solid Katı**

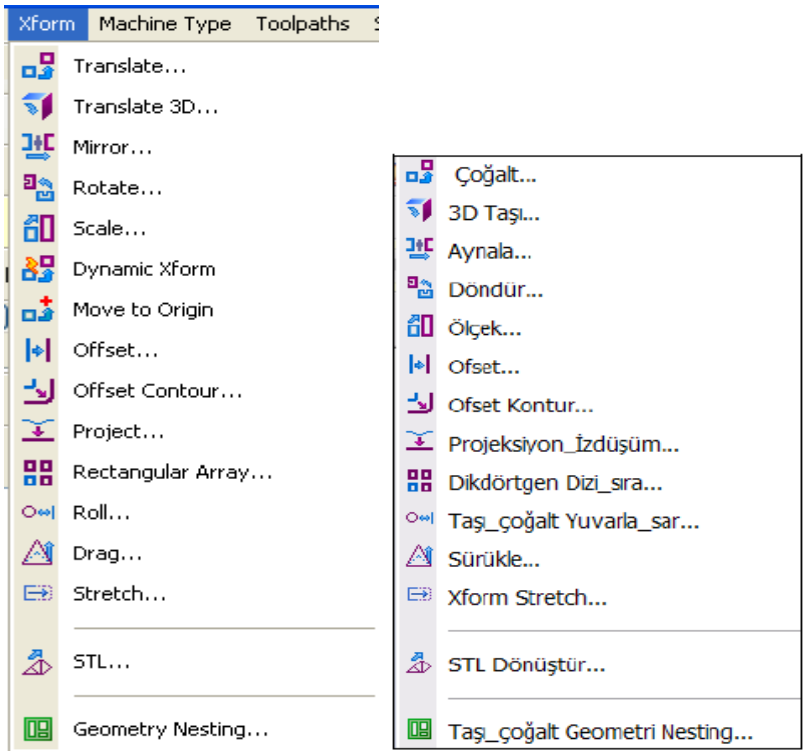
Katı cisim oluşturma ile ilgili tüm komutlar bu bölümde toplanmıştır.



Şekil.1.13. Solid Menüsü

➢ **Çoğalt (XForm)**

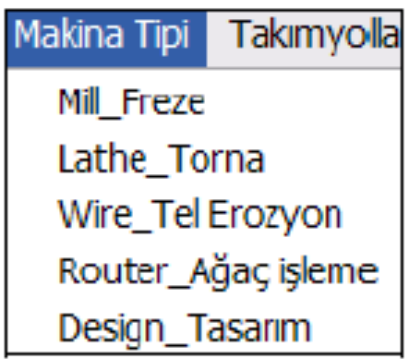
Bu fonksiyonu kullanarak seçilen elemanları çoğaltma, aynalama, döndürme, ofsetleme, yuvarlama gibi komutlarla taşıyabilir, kopyalayabilir veya birleştirebilirsiniz.



Şekil 1.14. Çoğaltma (Xfrom) menüsü

- **Makine Tipi (Machine Type)**

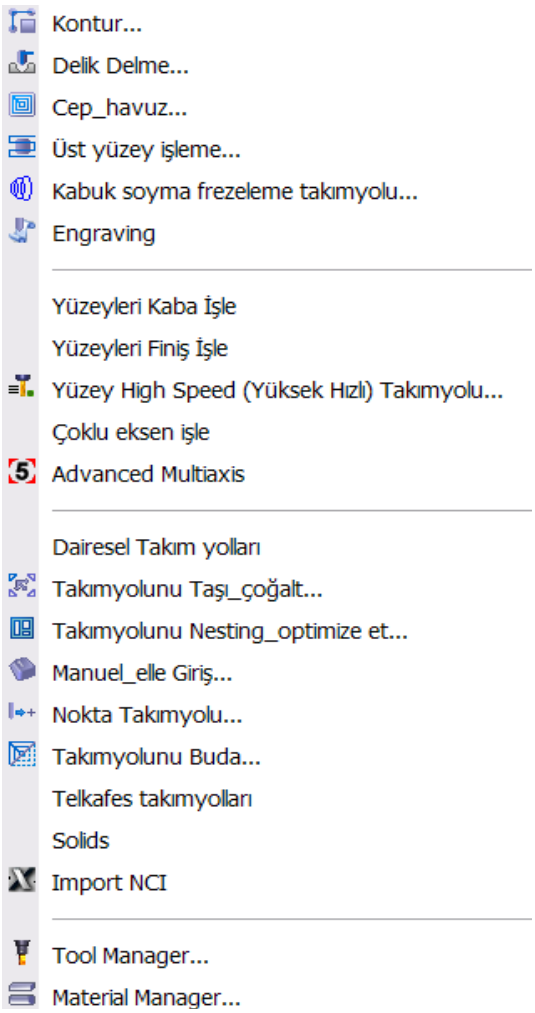
Bu menüde makine tanımlanması için Makine tipi seçimi yapılır. Yüklenilen Mastercam ürününe bağlı olarak burada farklı tiplerde makine tanımları yapılır. Örnek olarak Freze (Mill) Makine tipini seçebilmek için Mastercam Mill modülü yüklü olmalıdır.



Şekil 1.15. Makine tipi menüsü

➢ **Takımyolları (Toolpaths)**

Takımyollarını oluşturmak için kullanılan bir menüdür. Bu menüde takım yollarının görünmesi için öncelikle bir makine tipi seçilmelidir. Görünecek takımyolu seçilen makine tipine (Freze, Torna, Tel_Erozyon) bağlıdır.



Şekil.1.16. Takım yolları (Toolpaths) menüsü

➢ **Ekran (Screen)**

Çizim esnasında operatöre yardımcı olacak elemanları arka plana taşıma, gizleme, tekrar çağırma, ızgara ve boyama ayarları gibi fonksiyonları içeren menüdür.

1.2.2. Çizim Menüsü

Bu menüde çizim ve tasarım yapmak için kullanılan komutlar yer almaktadır. Ana menüde yer alır.

1.2.2.1. Yakalama Komutları

Daha önceden çizilen nesnelerin orta noktası, uç noktası, merkezi gibi noktalara kentlenmek için kullanılan yardımcı komutlardır.

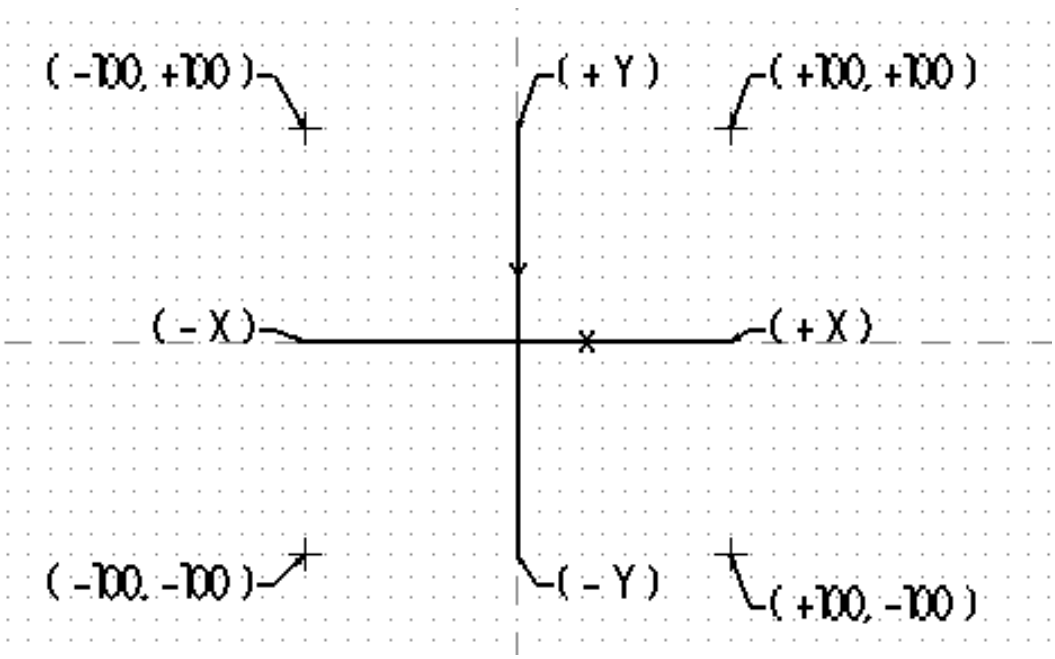
- **Nokta (poınt)**

Nokta oluşturmak için pozisyon, dinamik, düğüm noktaları, segment, uç noktalardan ve belirli çaptan küçük yaylara nokta oluşturma gibi yöntemler vardır.

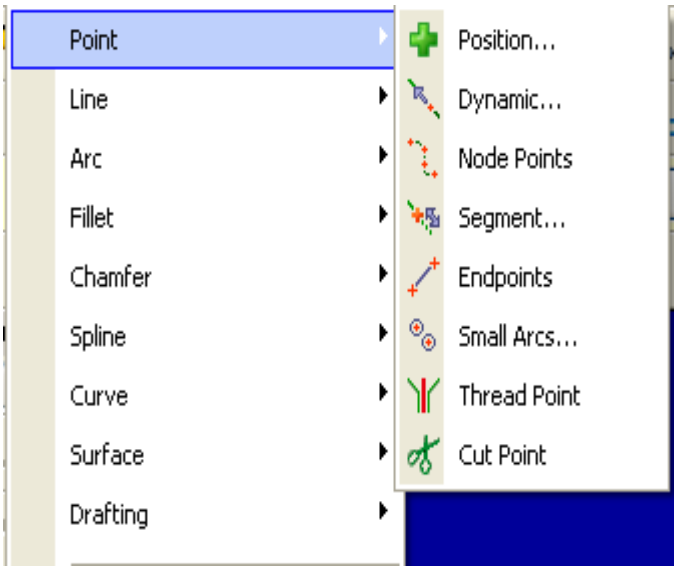
Nokta oluştur pozisyon : Pozisyon belirtilerek nokta oluşturma komutudur.

Pozisyon belirtme farklı şekillerde olabilir:

- Koordinatlar girilerek nokta oluşturma.



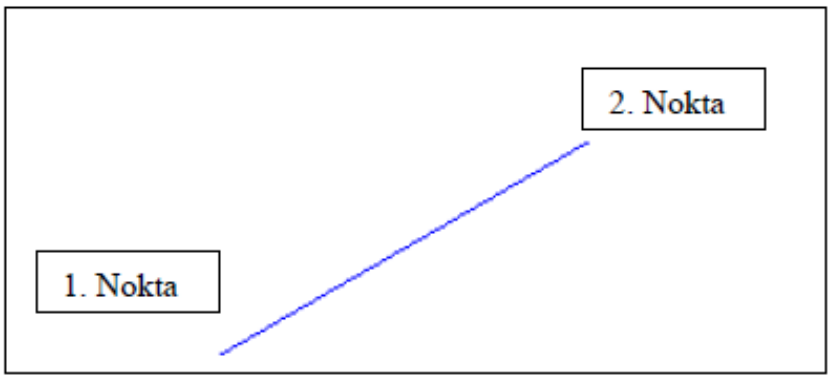
Şekil.1.17. Koordinat Sistemi üzerinde Nokta gösterimi.



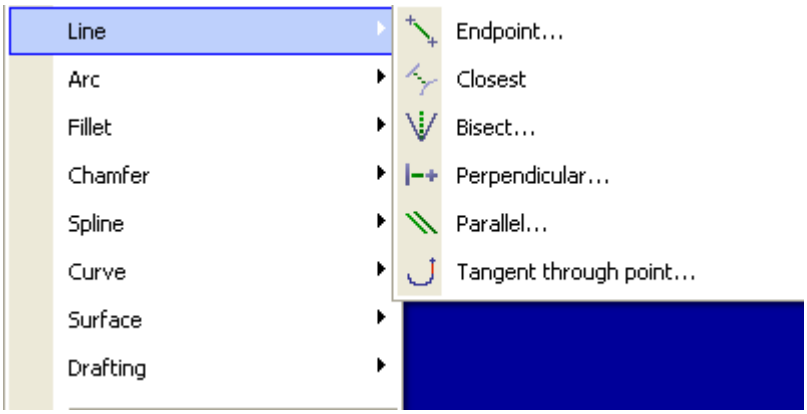
Şekil 1.18. Nokta menüsü

➢ Çizgi (Line)

Bu komut ile çizgi çizilir.
Yatay, dikey, açılı, paralel, dik çizgi oluşturmak için kullanılan komuttur.
Çizgi Oluştur Uç Noktalardan: Uç noktalar belirtilerek çizgi oluşturma ikonudur. iki uç nokta tanımlanır. Bu noktalar arasında çizgi oluşturulur.
Uç noktalardan çizgi oluşturma



Şekil 1.19. Çizgi (Line) oluşturmak



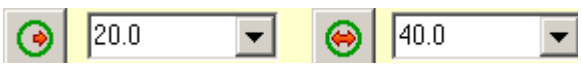
Şekil 1.20. Çizgi (Line) komutu menüsü

- **Yay-Çember(Arc)**

Bu komut yay ve çember çizmek için kullanılır.

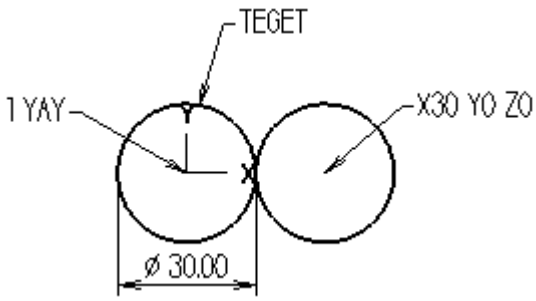
Daire Oluştur Merkez Nokta: Bir merkez nokta ve yarıçap veya çap girilerek daire oluşturulur.

Dairenin merkez noktası belirtilir.



ikonu ile dairenin merkez noktası değiştirilebilir.

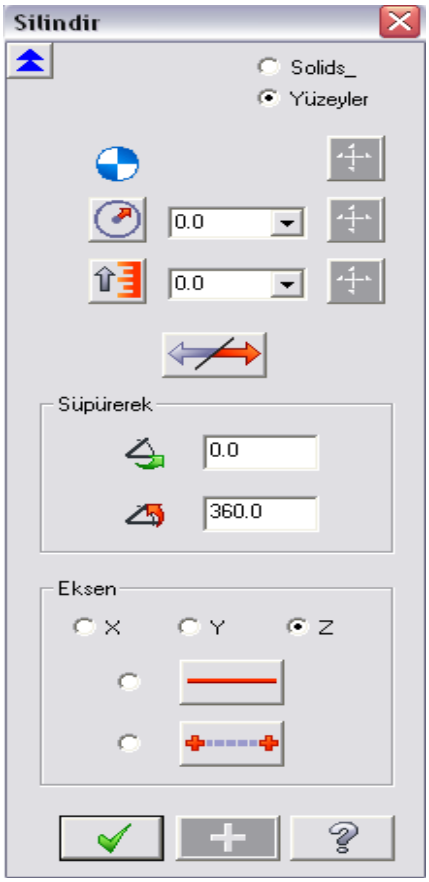
Dairenin merkez noktası girilir, yarıçap değeri yerine teğet olmasını istediğimiz daire veya yay seçilebilir.



➢ **Hazır geometrik şekiller.**

Hazır elemanları Solids (Katı) veya Surface (Yüzey) olarak oluşturmada kullanılır.

Oluşturtur/Primitives/ **Silindir oluşturma:** Kolay yoldan silindir oluşturmak için bu komut kullanılır. Mouse ile önce dairenin merkez noktası ve yarıçapı belirlendikten sonra yükseklik belirtilebildiği gibi çıkan pencereden değerler girilerek de oluşturulabilir.



Şekil 1.21 Silindir oluşturma menüsü

Ayrıntılı özellikleri açabilir kapayabilir.

0.0 Silindirin çapını gireriz.

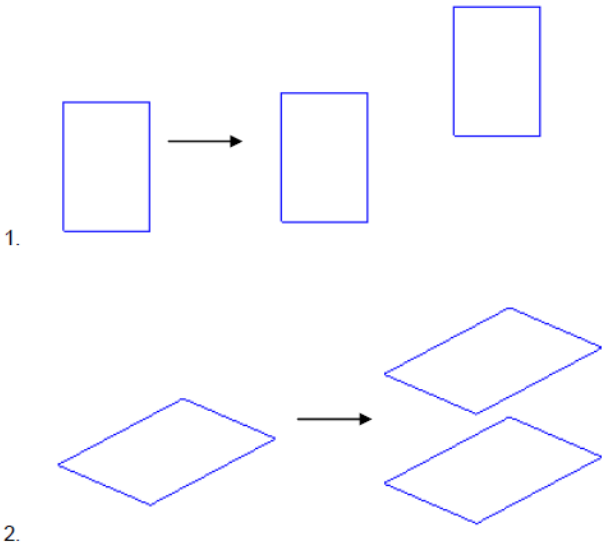
0.0 Silindirin boyunu gireriz.

Daha önce oluşturulmuş çizgi seçelim. Seçtiğimiz çizgi eksen olur.

Daha önce çizilmiş çizgi yoksa tanımlanmış iki nokta ile eksen tanımlanır.

➢ **Çoğaltma Komutu**

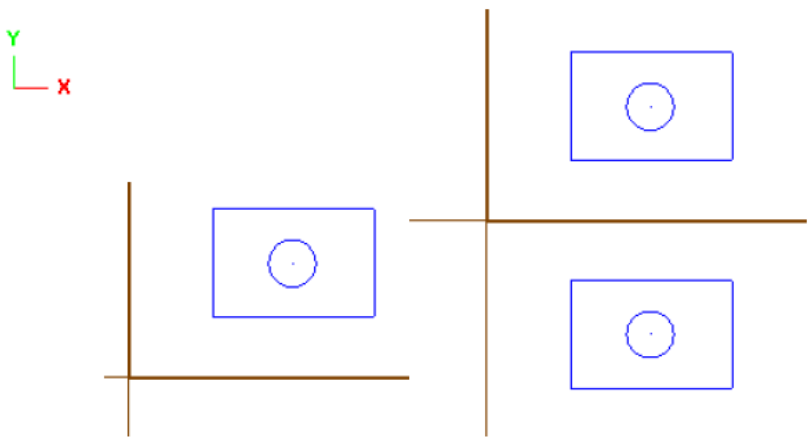
Çoğalt/ **Taşı Çoğalt:** Elemanları taşımak, kopyalamak veya birleştirerek taşımak için kullanılır.



Çoğalt/ **Aynalama:** Elemanları çalışma düzlemini esas alarak aynalar.

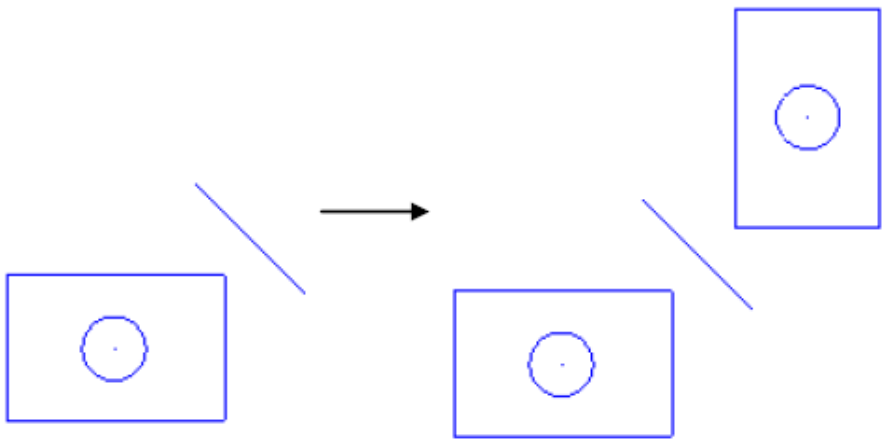
a) X ve Y eksenlerine göre aynalama:

Önce aynalanacak elemanlar ve sonra X veya Y ekseni aktif edilir ya da bir referans noktası belirlenir.



X veya Y yönünde aynalama

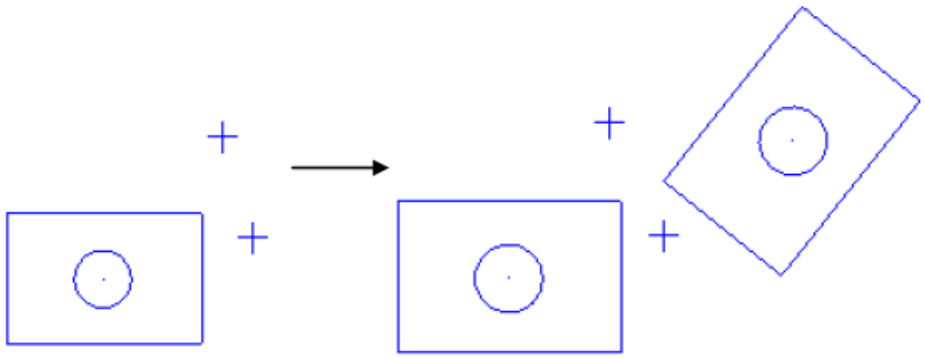
b) Çizgiye göre aynalama: Aynalanacak eleman seçimi yapıldıktan sonra ikonuna basılarak aynalama çizgisi seçilir.



Çizgiye göre aynalama

c) İki noktaya göre aynalama:

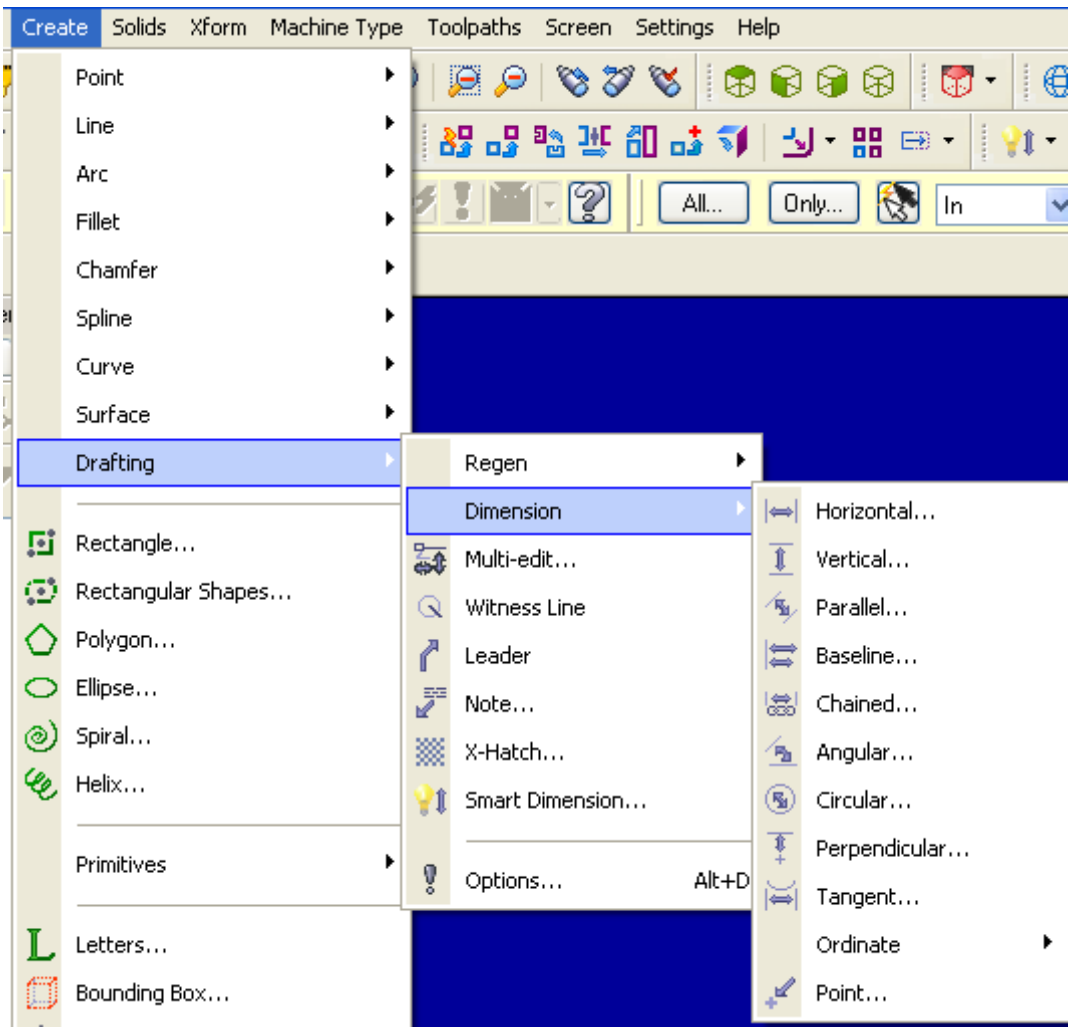
Bunun için aynalanacak eleman seçimi yapıldıktan sonra ikonuna tıklayarak noktalar seçilir.



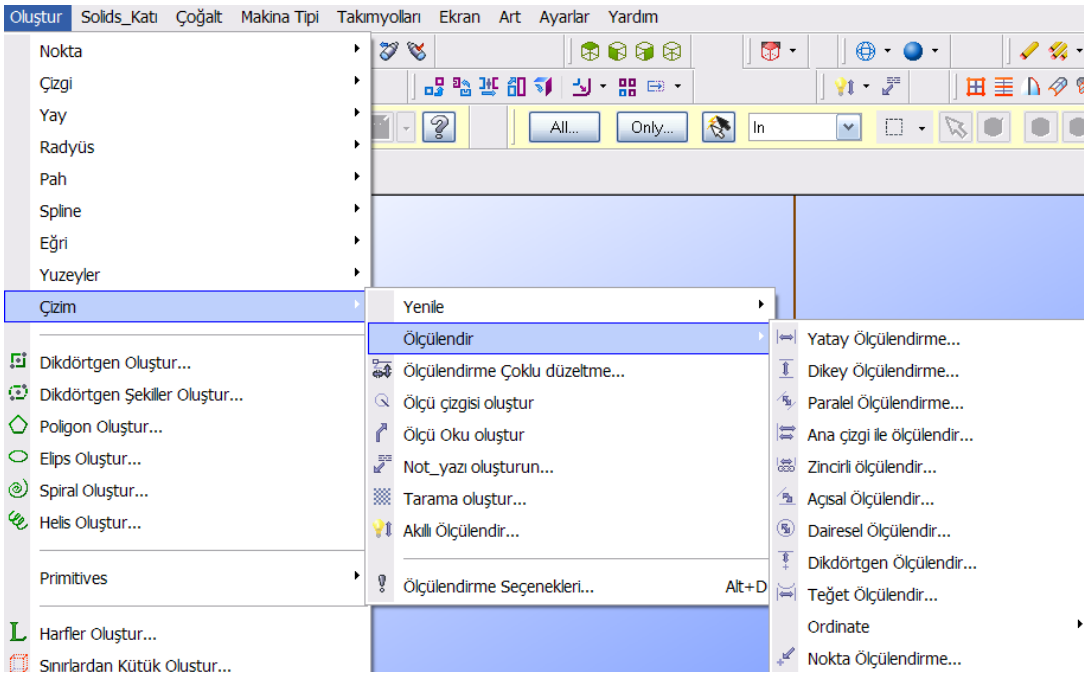
Noktaya göre aynalama.

1.2.3. Ölçülendirme

CAM programında ölçülendirme Ana menü içerisinde Create menüsü altında Drafting komutu içindedir. CAM‟de Teknik Resim‟i oluşturulan geometrik parçaların ölçülendirme işlemi aşağıdaki gösterilen komutlarla gerçekleştirilir.



Şekil l.22. Ölçülendirme Menüsü



Şekil 1.23.Ölçülendirme Menüsü(Türkçe)

➢ **Ölçülendirme (Dimension):** Makine parçalarının imalatının yapılabilmesi için gerekli görünüşler çizilmeli eksiksiz ölçülendirilmesi gerekmektedir. Ölçülendirmeler teknik resim kurallarına uygun olmalıdır. Resim bütün teknik elemanlar tarafından rahatlıkla okunabilmelidir. Ölçülendirmeyi buna göre yapmalıyız.

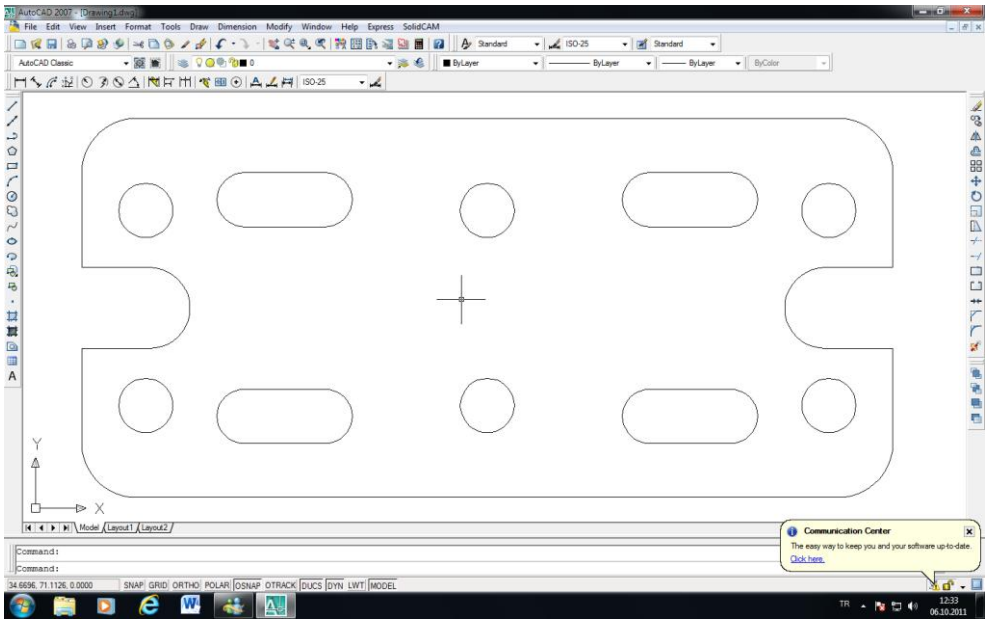
‘’ ‘’**Akıllı ölçülendirme:** Bu komutla seçilen eleman ölçülendirilir. Mouse hangi yöne çekilirse ölçülendirme o yönde yapılır.

Ölçülendir (Dimension) menüsünden; Yatay ölçülendirme, Dikey ölçülendirme, Paralel ölçülendirme, Ana çizgi ile ölçülendirme, Zincirli ölçülendirme, Açılı ölçülendirme, Dairesel ölçülendirme, Dikdörtgen ölçülendirme, Teğet ölçülendirme ve nokta ölçülendirme komutlarıyla özel olarak elemanlar ölçülendirilebilir.

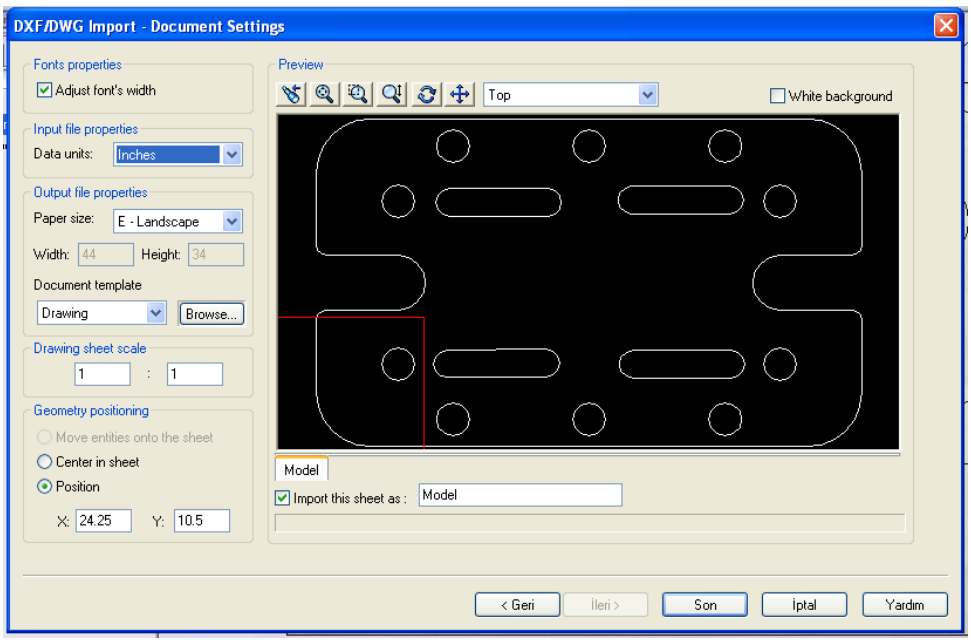
Akılı ölçülendirmeye veya herhangi bir ölçülendirmeye girdiğimizde ölçülendirilecek elemanı seçeriz. Ekranda ölçü ile beraber ölçüm menüsü gelir.

➢ Plakayı Cad OrtamındaÇizmek

Öğrendiğimiz bilgiler yardımı ile ile Seri Üterim Modelleme Plaksını çizebiliriz.



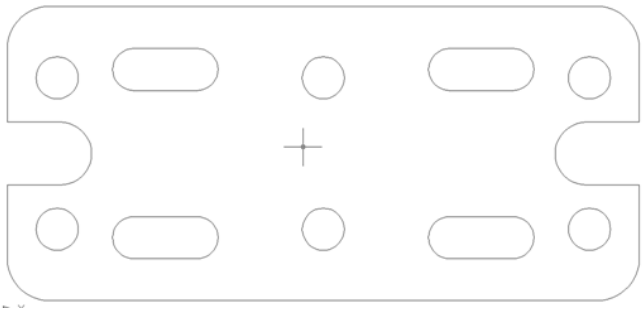
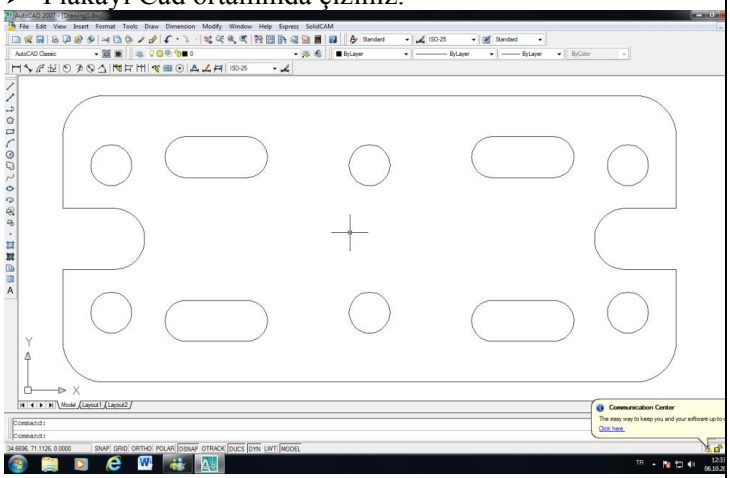
Şekil 1. 24. Modelleme plaksının çizimi



Şekil 1.25. Modelleme Plakası

UYGULAMA FAALİYETİ

Modelleme sayısına göre plaka ölçüsünü tasarlayı çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Modelleme sayısına göre plaka ölçüsünü tasarlayınız.	➢ Örnek modelleme plakasının tasarımını yapınız. 
➢ Plakayı cad ortamında çiziniz.	➢ Plakayı Cad ortamında çiziniz. 

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme ölçütleri	Evet	Hayır
1. Modelleme plaka çeşitlerini öğrendiniz mi?		
2. Modelleme sayısna göre plaka ölçülerini belirlediniz mi **?**		
3. Cam programında dosya oluşturmayı yaptınız mı?		
4. Cam ortamında ölçülendirme yaptınız mı?		
5. Modelleme plakasını CAD ortamında çizdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Modelleme plakasının hazırlanmasında aşağıdakilerden hangisi dikkate **alınmaz?**
   A) Plakanın nasıl bağlanacağı
   B) Modellemenin kalıplama miktarı
   C) Modellemenin elde veya makinede kalıplanacağı
   D) Yapım zorluğu

2. Aşağıdaki malzemelerden hangisinden modelleme plakası **yapılmaz?**
   A) Kalay
   B) Dökme demir
   C) Alüminyum
   D) Ağaç Kontrplak

3. Aşağıdakilerden hangisi "Dosya" menüsüdür?
   A) Analyze
   B) File
   C) Create
   D) Modify

4. Dosya kaydetmek için kullanılan komut aşağıdakilerden hangisidir?
   A) New
   B) Edit
   C) Get
   D) Save

5. Çizim komutlarından "Çizgi" komutu aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Point
   B) Line
   C) Arc
   D) Fillet

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Seri üretim modelleme plakası yapabileceksiniz

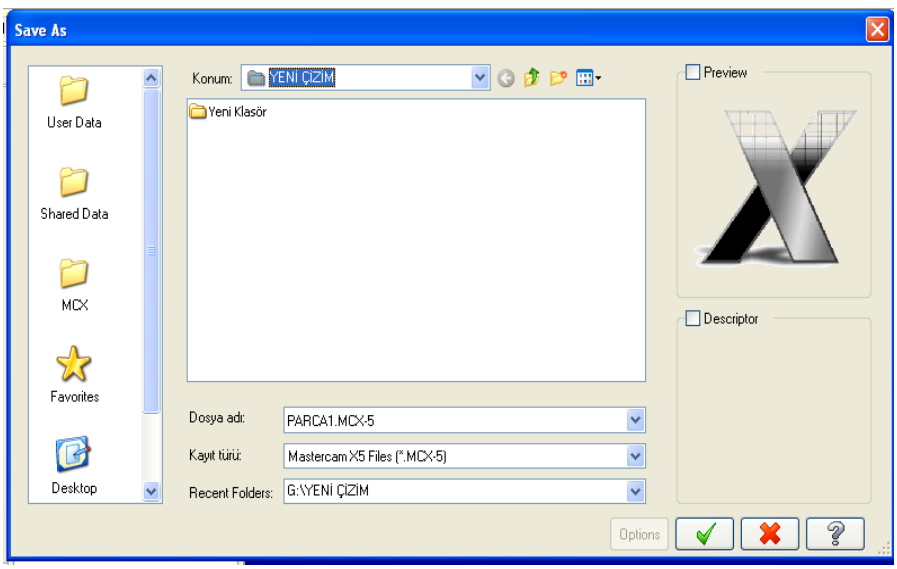
ARAŞTIRMA

- Seri üretim yapan dökümhaneleri gezerek kullandıkları seri üretim modelleme ve plakalarını inceleyiniz.
- Internet üzerinden araştırmalar yaparak, edindiğiniz bilgileri rapor halinde sınıfa sununuz.

2. PLAKAYI İŞLEME

2.1. Parçayı Cam Programına Aktarma ve Kaydetme

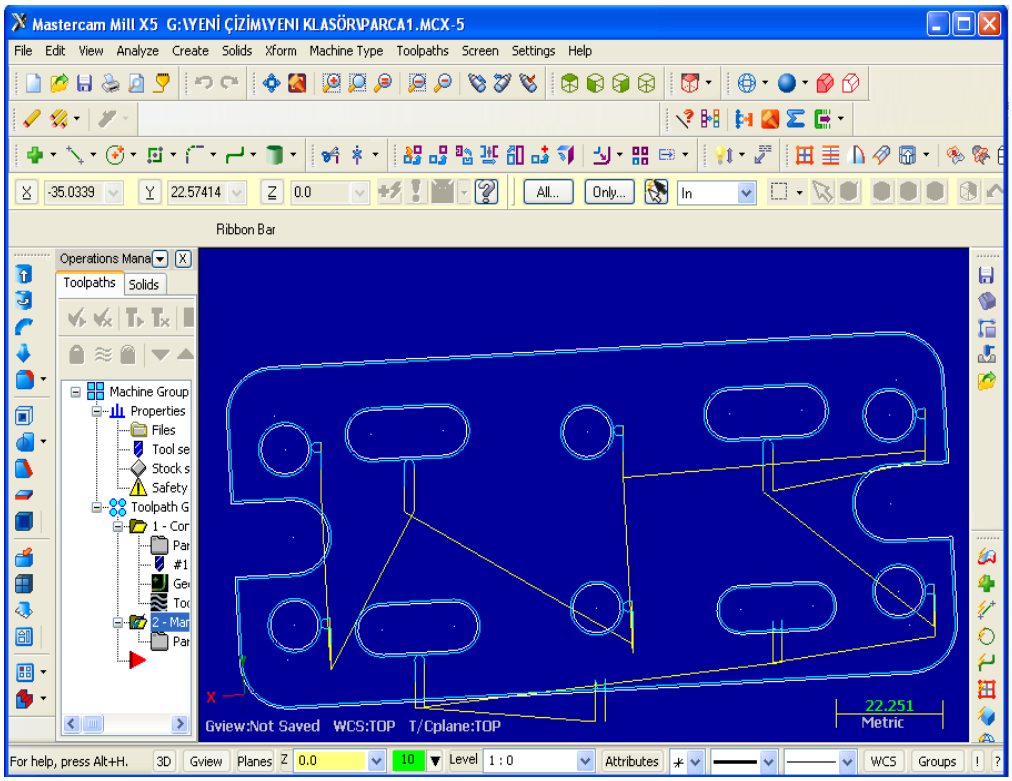
Çizimi "Main menü" ana menü, "File" dosya, "Save", kaydet komutu ile kaydederiz.



Şekil 2.1: File save (kaydet) kutusu

Dosyayı açarken File Open menüsünden açarız.

2.2. Modellemenin Operasyona Hazırlanması



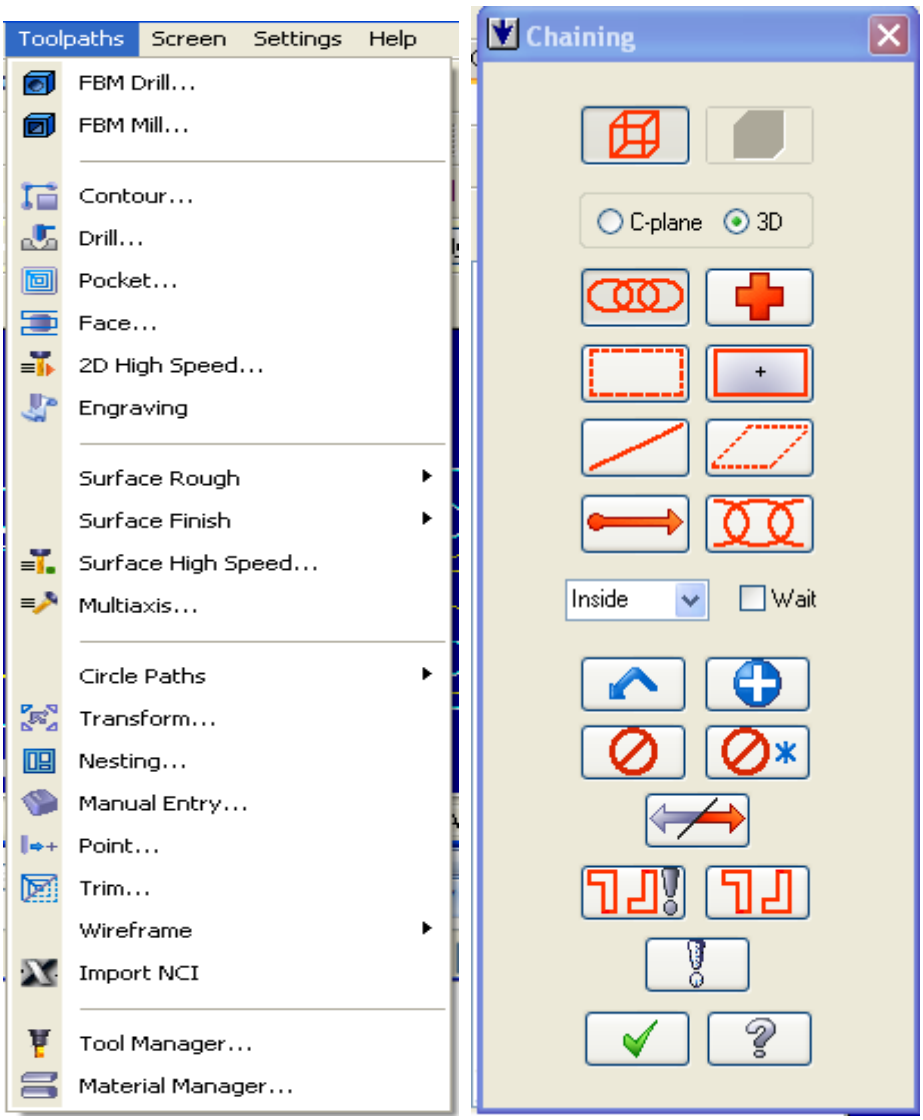
Şekil 2.2:Modellemenin CAM ortamında operasyona hazırlanması

Çizdiğimiz ve kaydettiğimiz parçayı 'File- Open ' kutusundan açarız. 'Machine Type menüsünden Mill'i burdanda Default ' menüsünü tıklarız.

Daha sonra ''Toolpaths'' menüsünden 'Contour' u tıklarız. Açılan Chaining' menüsünden yolumuzu seçeriz. Parça üzerinde işlenecek kısımların yolunu tayin ederiz. Takım kutusundan çakımızı seçeriz. 'Define Tool-Machine Group' menüsünden çakımızın kalınlığını belirleriz.

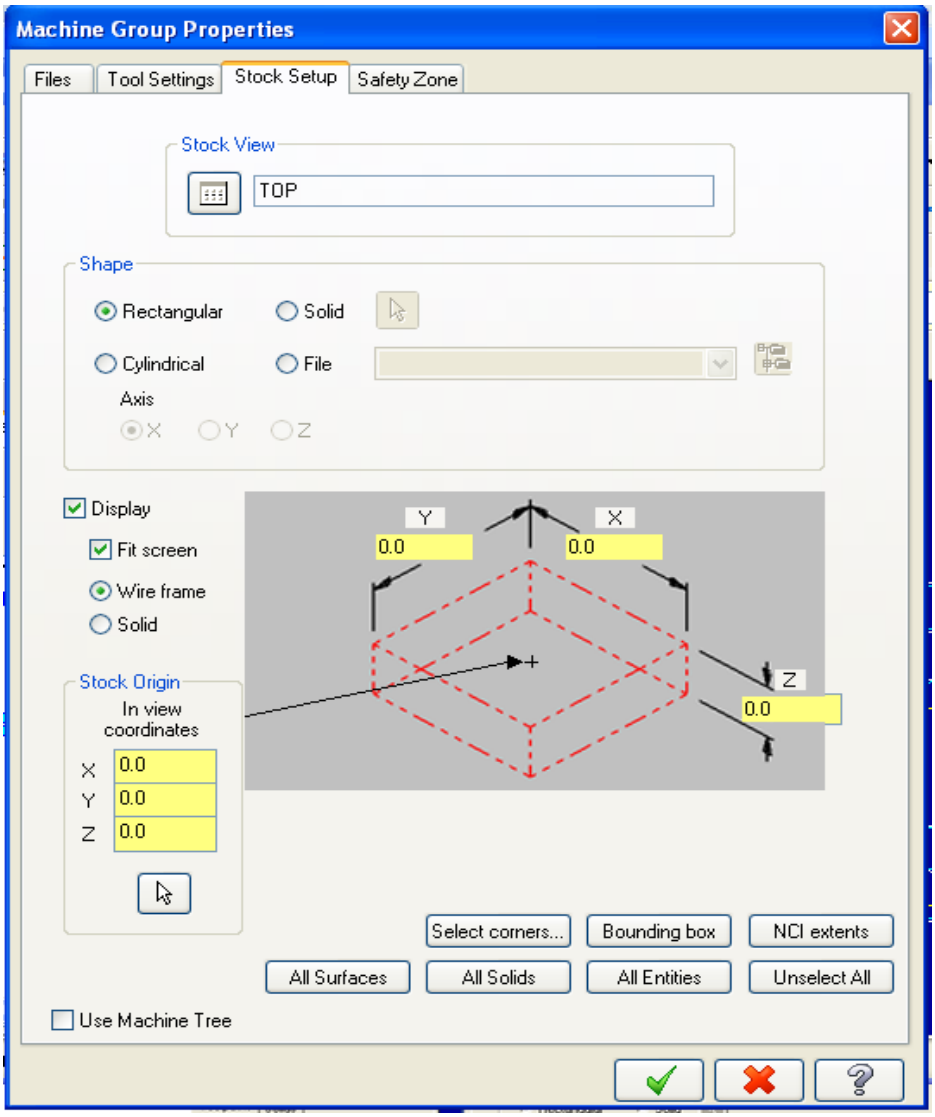
2.3. Takım Yolunun Oluşturulması

2.3.1. CAM programı Takım yolu (ToolPaths) Menüsü



Şekil 2.3: Takım Yolu (Toolpaths) menüsü

Toolpaths menüsü- Contour menüsü- Cahaining menüsüsünden belirlenir. “Machine Group Properties” menüsünden (Stock setup) komutuna girilir.

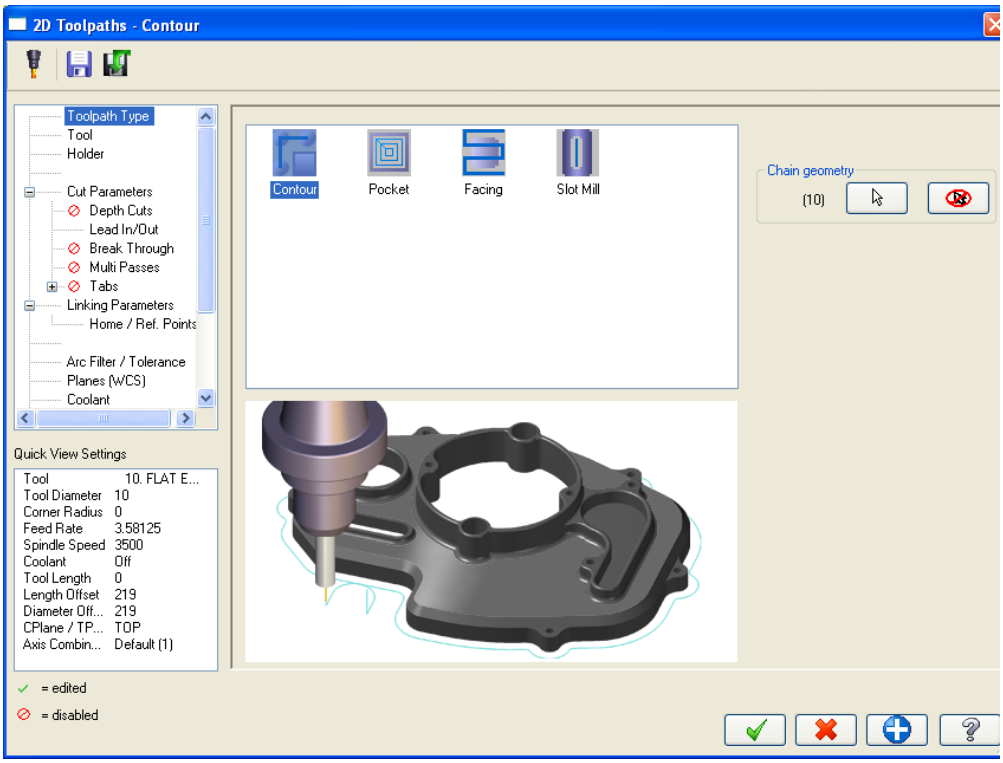


Şekil 2.4: "Machine Group Properties" menüsünden (Stock setup)

Ham parçanın tanımlanması, menüde istenilen koordinatları girmekle yapılabilir.

2.3.2. Kesicinin Yolunu Belirleme

CAM programında aşağıdaki takım yolları hareketleri vardır. Contour, profilin çevresini işlemek için kullanılır. "Toolpaths" menüsünden "Contour" komutu seçilir. Takım yolu belirlenir.

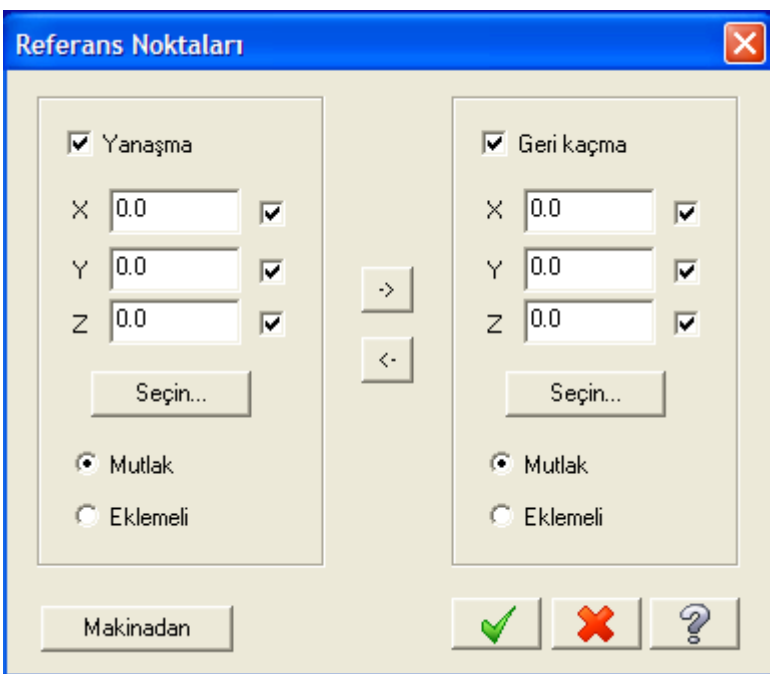


Şekil 2.5: Toolpaths-Contour "Toolpaths Type'' (Takım yolu) diyalog kutusu

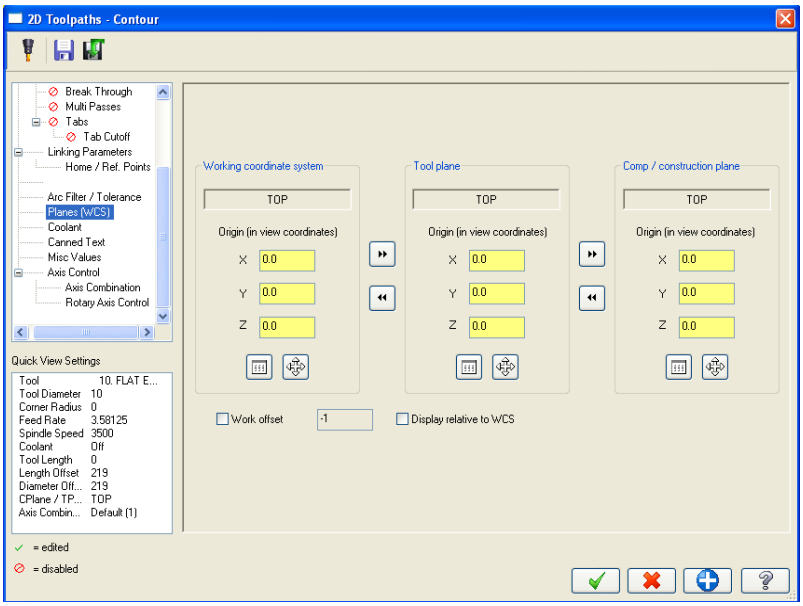
Takın no/ Tool#	Takım numarasıdır. Buradaki değer NC programında belirir.
Magazin no/ Head#	Takım magazinde dizilişi sırasındaki numarasıdır.
Çap ofseti/Dia.Offset	Takım çapı ofset numarasıdır. NC programda D olarak ortaya çıkar.
Boy ofset/Len.Offset	Takım boyu ofset numarasıdır. NC programda H olarak ortaya çıkar.
Takım adı/Tool name	Takım adı demektir.Seçilen takım ismi otomatik olarak ortaya çıkar.
İlerleme hızı/Feed rate	Doğrusal (ilerleme) kesme hızıdır. mm/dak
Dalma hızı/(Pulunga rate)	Takımın malzemeye dalma hızı. mm/dak
Geri çıkma/Retract rate	Takımın malzemeden geri çıkma hızı mm/dakika
Takım çapı/Tool dia.	Kullanılan takımın çapıdır. mm
Program no/ program	Program numarasıdır.

Satır başlama no/Seq.start	NC program satırlarının N ile gösterilen satır başlama numarasıdır.
Satır artışı no/Seq.inc	NC program satırlarındaki numaraların atış miktarını gösteren sayı
Köşe radyüsü/Corner radius	Takım ucu köşe yarıçapıdır.
İş mili hızı/ Spindle speed	İş mili devir sayısı dev/dak.
Soğutma/Coolant	Soğutma sıvısını açmak kapatmak için kullanılan parametre.
Açıklama/ Comment	Kullanılan operasyona ait gerekli açıklamaları yazmaya yarayan açıklama kutusudur.
Değiştir NCI/Change NCI	"NCI" Adlandırılan takım yolu ara dosyasının ismini değiştirmeye yarar.
Dosyaya kaydet	Yapılan operasyonları ayrı bir dosyaya kaydeder.
Parça sıfırı-G92	İş parçası sıfırını, tezgahın referans noktasına göre olan uzaklığını gösteren değerdir."Select" komutu kullanarak fare ile seçim yapabilirsiniz.

Tablo 2.1: Toolpaths-Contour "Toolpaths Type'' (Takım yolu) diyalog kutusu



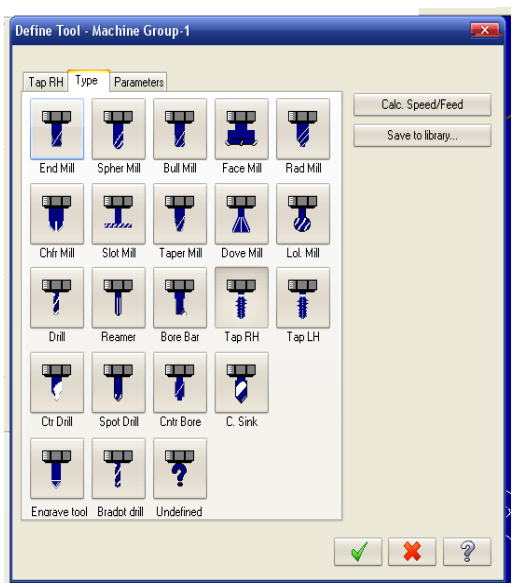
Şekil 2.6: Referance Point (Referans noktası) diyalog kutusu



Şekil 2.7: Toolpaths-Contour(Takım Yolu Koodinat Sistemi) diyalog kutusu

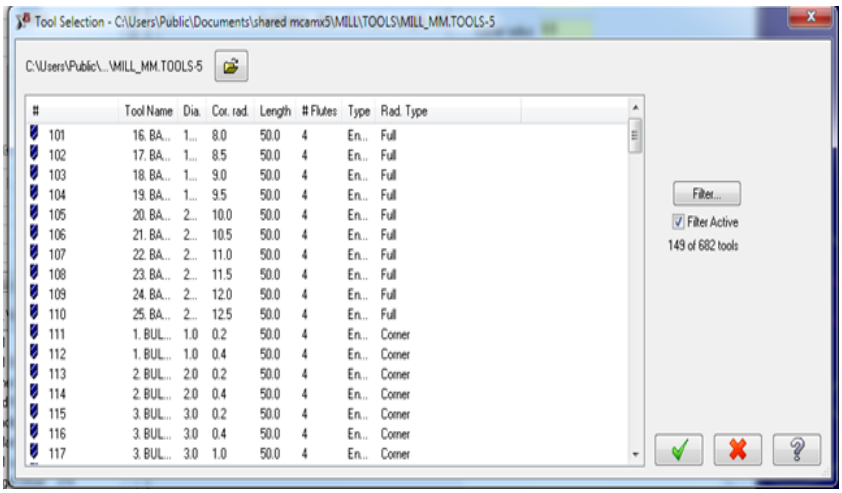
2.3.3. Kullanılacak Kesiciyi Seçme

Takım belirleme alanında fareyi tıklayıp "**Define Tool** " takım kütüphanesinden en uygun olan kesici seçilir.



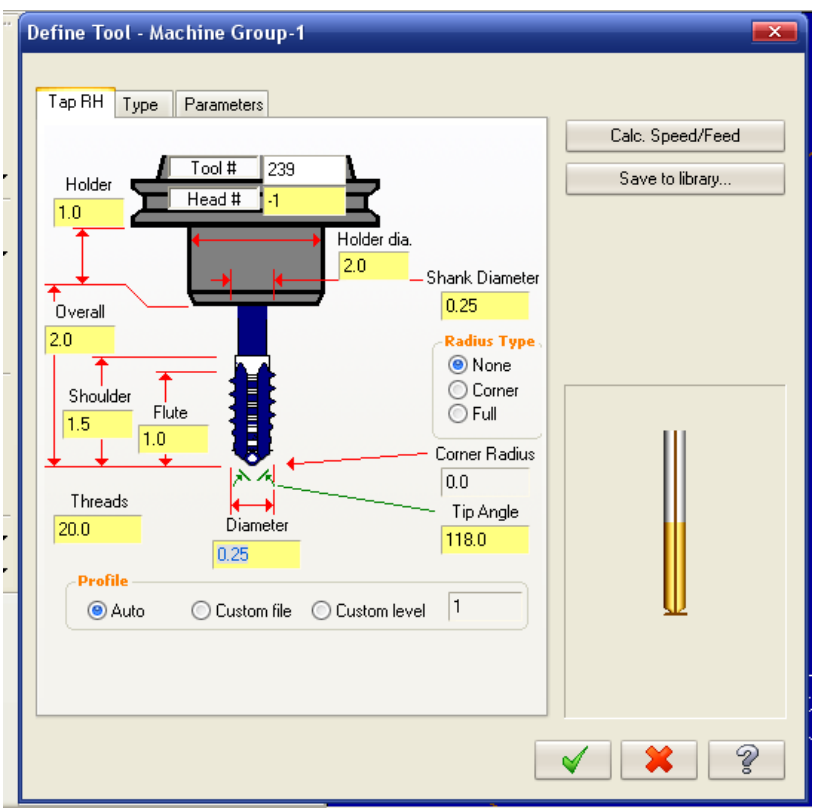
Şekil 2.8: Define Tool diyalog kutusu

2.3.3.1. Kesici Türünün Seçimi

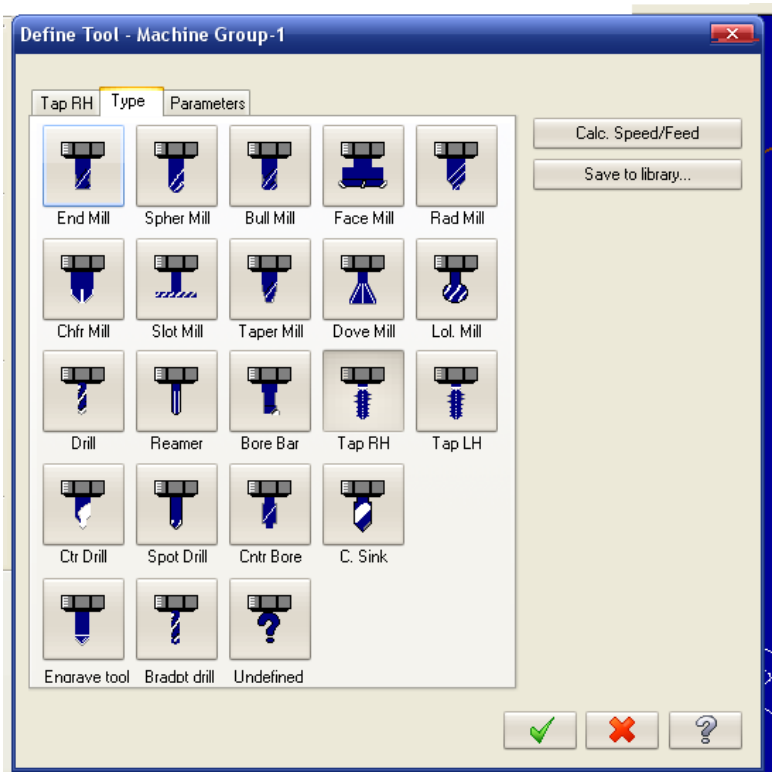


Şekil 2.9: Tool Selection (Takım kütüphanesi) diyalog kutusu

2.3.3.2. Kesici Boyutlarını Belirleme



Şekil2.10: Define Tool Menüsü



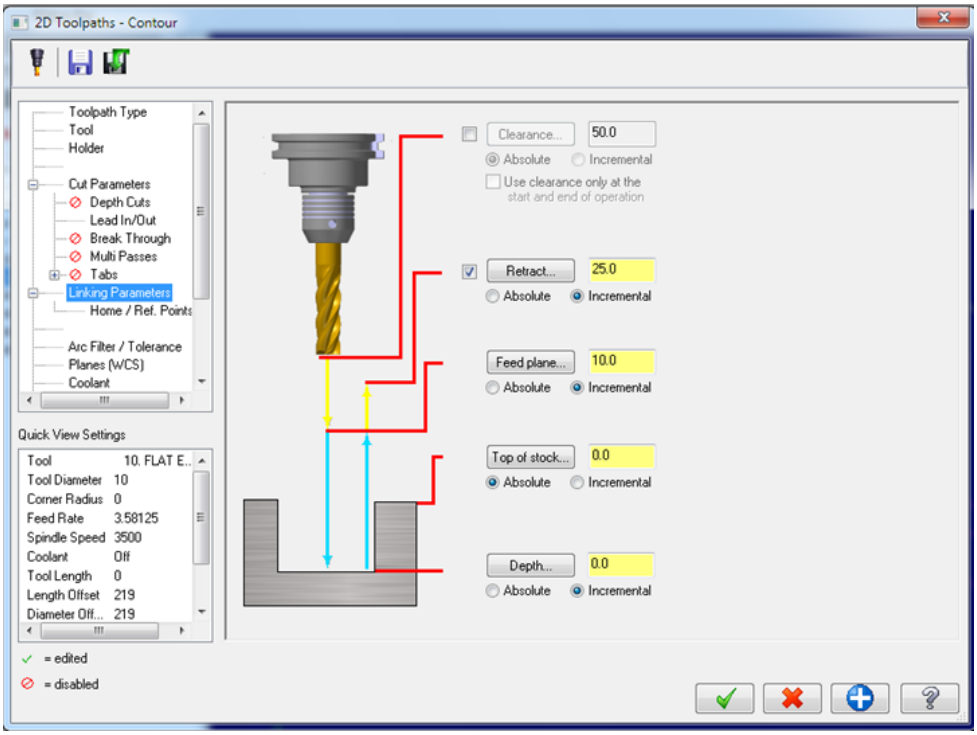
Şekil 2.11: Define Tool (Takım tanımlama) diyalog kutusu

Tool#	Takım numarası
Head#	Magazin numarası
Holder	Tutucu yüksekliği
Overall	Tümü dahil takım yüksekliği
Shoulder	Destek yüksekliği
Flute	Diş yüksekliği
Diameter	Takım çapı
Holder dia.	Tutucu çapı
Arbor dia.	Malafa çapı
Cabaple of	Hangi işleme yöntemine uygun olduğu
Rough	Kapa talaş
Finish	Finiş talaş
Both	İkisi de kullanılır
Tool type	Çeşitli kesici takımlar mevcuttur

Tablo 2.2: Define Tool (Takım tanımlama) diyalog kutusu

Takımın üzerinde fare ile tıkladığımız zaman Şekil 2.11' de görünen "Define Tool" takım belirleme menüsü ortaya çıkar. Buradan takım çapını, takım tipini, takım tutucu seçimini yapabilirsiniz.

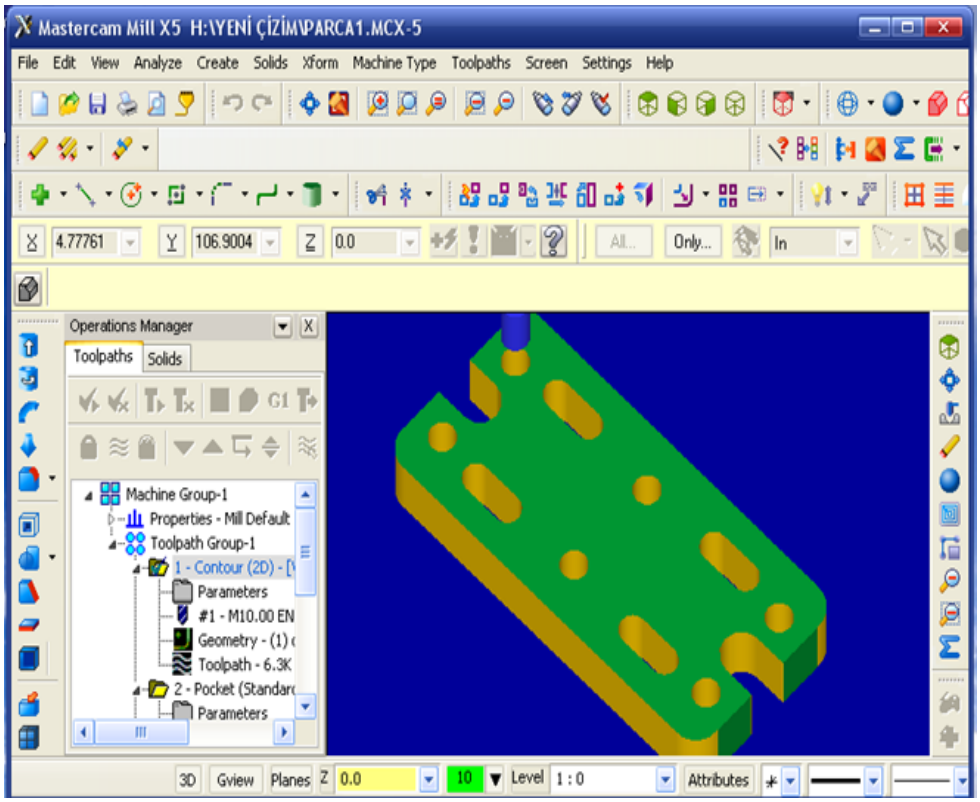
Takım çapını ve diğer uzunlukları aşağıdaki gibi belirleyip Tamam"a basınız(Şekil 2.12).



Şekil 2.12: İşleme Parametreleri

2.4. Takım Yolunun Simülasyonla Kontrolü

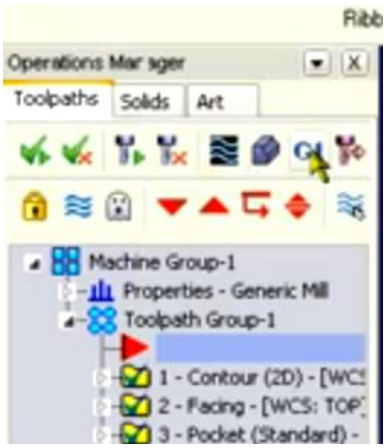
CNC tezgahlarında üretime başlamadan önce programın test edilmesi gerekmektedir. Yapılan programın istenilen şekilde çalşıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.Simülasyonlu freze tezgahlarında ilk önce kontrol paneli üzerindeki ekrandan takım yolları kontrol edilir. Bazen görmediğimiz küçük hatalar parçaların bozulmasına sebep olabilir. Bunun için ekran üzerindeki simülasyondan sonra takımın iş parçası üzerinden talaş kaldırmadan bir izleme yapılmalıdır. Simülasyon tezgaha göre farklılık gösterebilir.



Şekil 2.13: İşlenecek Parçanın Simülasyonu

2.5. G Kodlarının Oluşturulması ve Düzenlenmesi

Simülasyon işlemiyle parça işlenmesi kontrol edilir bir aksaklığın olmadığına karar verildiğinde menüden G1 sembolu tıklanır.(Şekil 2.14)

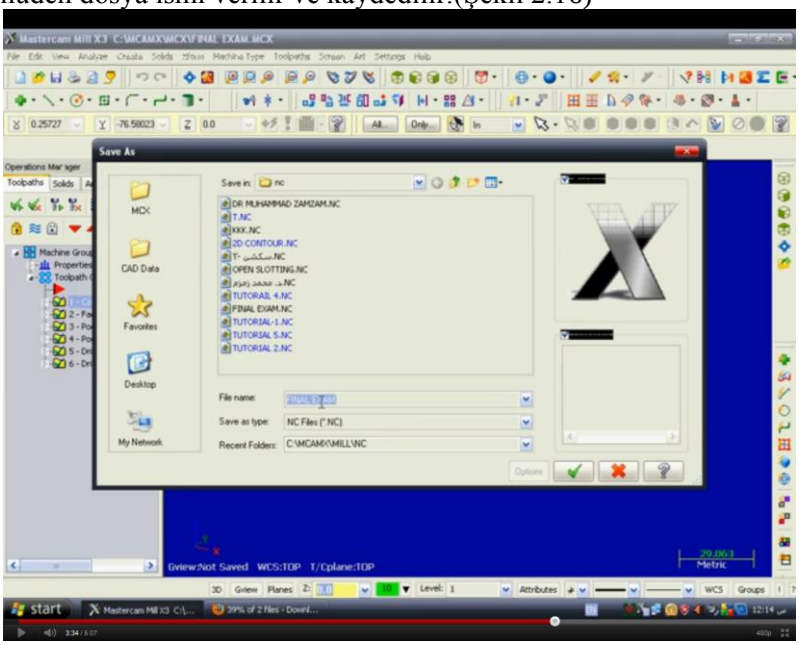


Şekil 2.14 G1 sembolü

Post processing penceresinden program CNCtezgaha bağlantılı ise “send to machine aktif edilir, ok basılır.(Şekil 2.15)

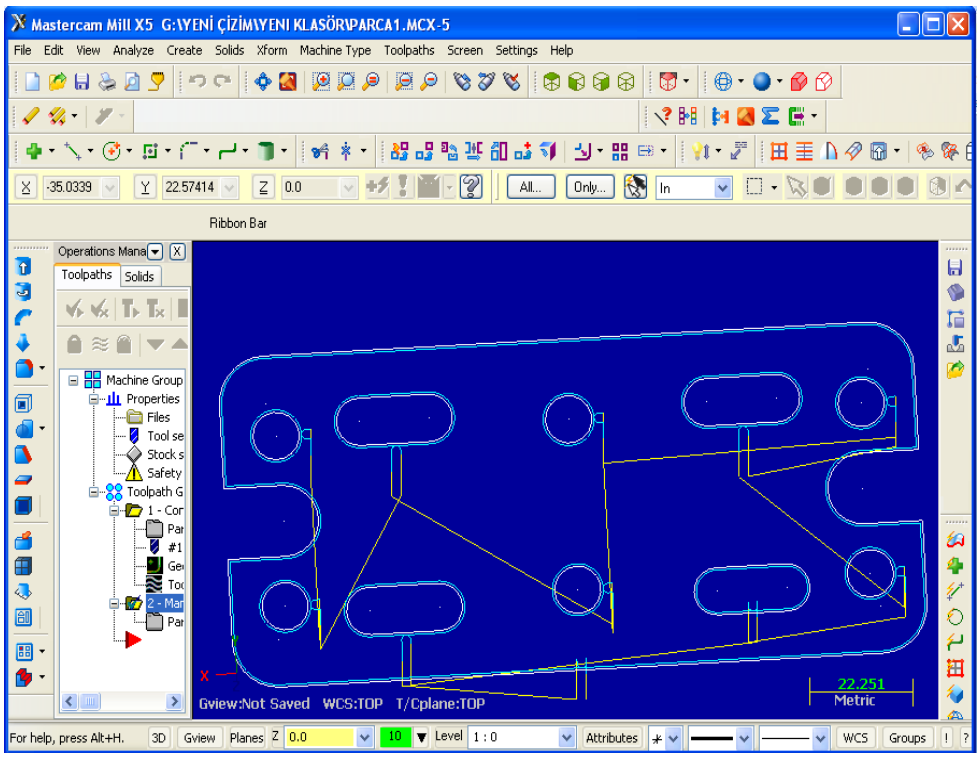
Şekil 2.15:Post prosessing penceresi

Çıkan menüden dosya ismi verilir ve kaydedilir.(Şekil 2.16)



Şekil 2.16: Gkodlarını kaydetme

Ve g kodlarının dökümü karşımıza gelir(Şekil 2.16)



Şekil 2.16: G Kotları Oluşturulcak Modelleme Plakası

- **G Kodlarının Oluşumu**

```
%
O0000(PARCA1)
(DATE=DD-MM-YY - 06-10-11 TIME=HH:MM - 16:24)
(MCX FILE - H:\YENİ ÇİZİM\PARCA1.MCX-5)
(NC FILE - C:\DOCUMENTS AND
SETTINGS\ADMINISTRATOR\BELGELERIM\MY
MCAMX5\MILL\NC\PARCA1.NC)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
( T1 | | H1 )
( T3 | | H3 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X-80. Y25. A0. S2000 M3
N108 G43 H1 Z10.
N110 Z2.
N112 G1 Z-20. F100.
```

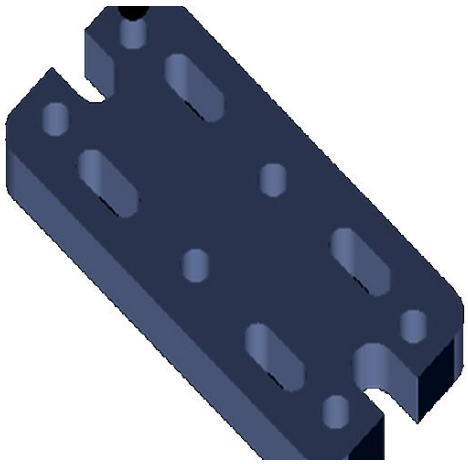
```
N114 Y7.5 F200.
N116 G3 X-75. Y2.5 I5. J0.
N118 G1 X-62.5
N120 G2 X-60. Y0. I0. J-2.5
N122 X-62.5 Y-2.5 I-2.5 J0.
N124 G1 X-75.
N126 G3 X-80. Y-7.5 I0. J-5.
N128 G1 Y-25.
N130 G3 X-65. Y-40. I15. J0.
N132 G1 X65.
N134 G3 X80. Y-25. I0. J15.
N136 G1 Y-7.5
N138 G3 X75. Y-2.5 I-5. J0.
N140 G1 X62.5
N142 G2 X60. Y0. I0. J2.5
N144 X62.5 Y2.5 I2.5 J0.
N146 G1 X75.
N148 G3 X80. Y7.5 I0. J5.
N150 G1 Y25.
N152 G3 X65. Y40. I-15. J0.
N154 G1 X-65.
N156 Z-18. F500.
N158 G0 Z10.
N160 M5
N162 G91 G28 Z0.
N164 A0.
N166 M01
N168 T3 M6
N170 G0 G90 G54 X-63.172 Y-18.006 A0. S2000 M3
N172 G43 H3 Z10.
N174 G98 G83 Z-30. R12. Q5. F200.
N176 X0.
N178 X63.172
N180 Y18.006
N182 X0.
N184 X-63.172
N186 G80
N188 M5
N190 G91 G28 Z0.
N192 G28 X0. Y0. A0.
N194 M30
%
```

2.6. Plakayı CNC Tezgahında İşlemek

İşlemeye geçmeden önce bazı komutların açıklamalarına bakalım.

Max rough step/Maks. Kaba	Z ekseninde maksimum dalma miktarı (mm)
Finish cuts/Finiş pasolar	Finiş paso adeditir.
Finish cuts/Finiş adım	Finiş kesimin de alınacak paso miktarıdır. (mm)
Depth cut order/Derinlik paso sırası	Finiş pasosunun son derinlikte mi yoksa bütün derinliklerdemi alınması gerektiği işaretlenir.
Keep tool down/Takımı kaldırma	İşleme bittikten sonar takımın kaldırılıp kaldırılmamasının belirlendiği seçenektir.
Tapered walls/Açılı kenar	Oluşturulan çevre işlememnin belli bir açıya sahip olmasını sağlar.

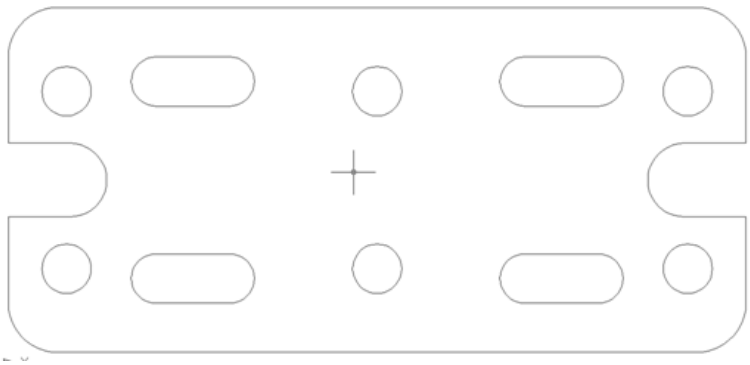
Tablo 2.3: CNC işleme değerleri



Şekil 2.17: Takım yolu oluşturulmuş parça

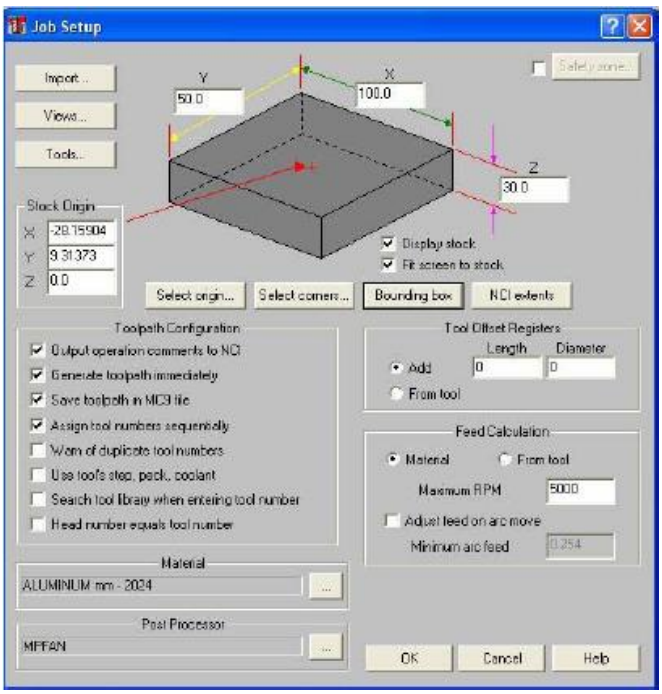
2.6.1. Çevresel Frezeleme İşlemleri (Contour)

Bu işlemi yapmak için, "Toolpaths" takım yolu oluşturacak bir profilin olması gerekir. Çizilen profil üzerinden kesici takımla talaş kaldırılır. Kesici takım yolu istenirse profilin sağından, solundan veya üzerinden geçirilebilir.



Şekil 2.18: Contour işleme yapılacak nesne

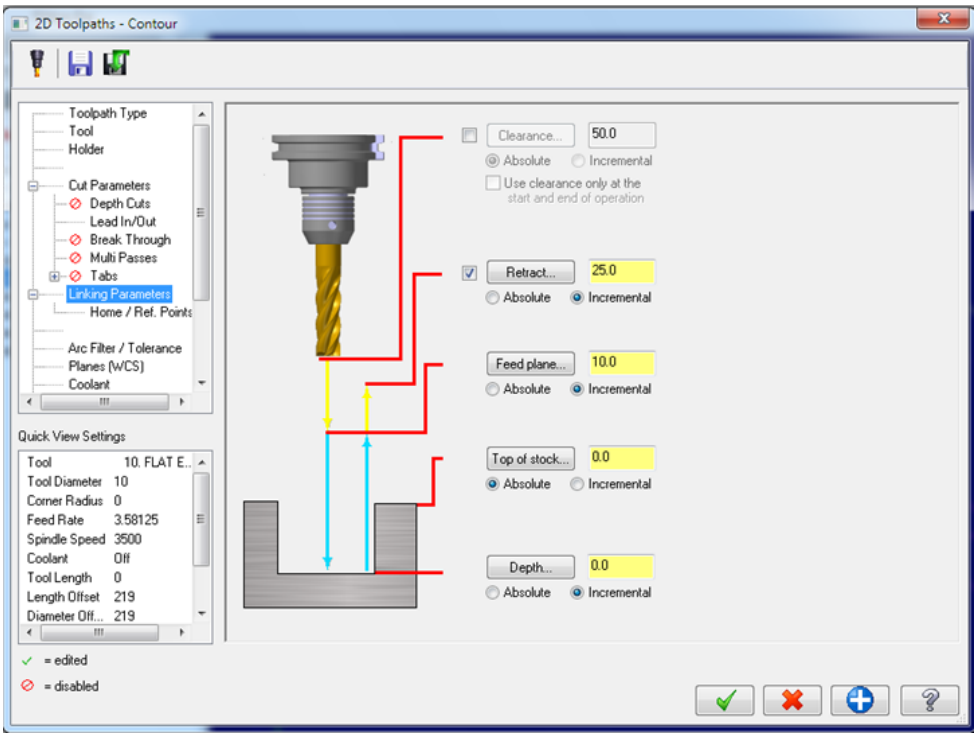
Oluşturulan katının bir köşe noktasını iş parçası sıfır noktası olarak belirlenir. Bu noktadan tutarak katımız 0,0,0 koordinatlarına taşınır. Tezgahta işlenirken aynı noktayı iş parçası sıfır noktası belirlersek sorun meydana gelmez. Bounding Box komutu ile derinlik olışturulur.



Şekil 2.19: İş düzenleme diyalog kutusu

"Main menu" ana menü, "Toolpaths", takım yolu, "Surfaces" 3boyutlu yüzey komutu seçilir. Ekrana katı menüsü gelir. Bu menüden "Rough", kaba talaş işleme menüsü seçilir. Kaba talaş işlenecek parça üzerindeki fazla talaşı tezgah üzerinde daha az zaman harcayarak kaldırmak için kullanılır.

Menüden kesici takım seçilir. “Tool Parameters” takım parametreleri kısmındaki değerler girilir(Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Toolpaths diyalog kutusu

Kaba talaş sonrası yüzeyde ince talaş payı bırakılacaksa “Drive surface/Solid” sürücü yüzey/ katı seçeneğinin altında “Stock to leave” bırakılacak ince talaş payı istenen değer kadar yazılır.

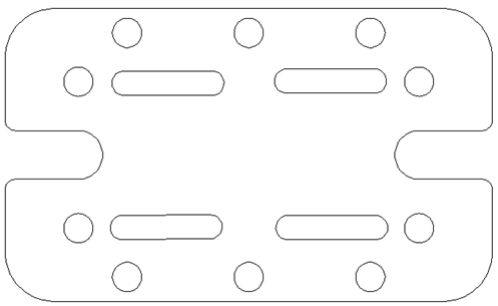
2.6.2. İnce Talaş Kaldırma İşlemi

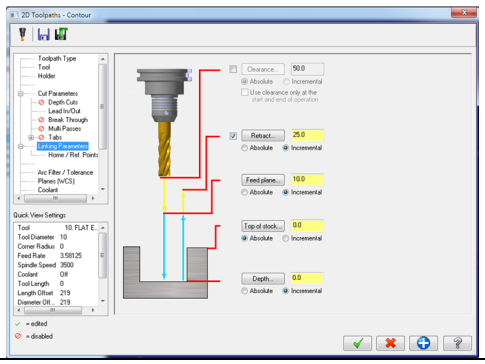
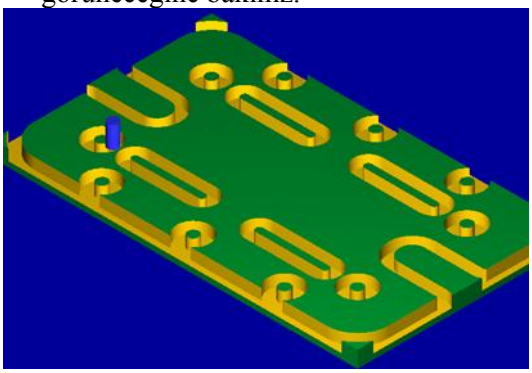
“Main menü”, ana menü, “Toolpaths”, takım yolu menüsünde “surface”, katı model işleme menüsünden “Finish” ince işleme menüsü seçilir.

Takım seçilir. “Surface Parameters” yüzey parametreleri girilir. “Finihs parallel parameters” ince işleme diyalog kutusuna değer girilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

CAM paket programın kullanarak aşağıda resmi verilen parçanın takım yollarını çıkarınız, işleyiniz, simülasyonla kontrolünü yapınız.

İşlem basamaklari	Öneriler
➢ CAM programını kullanmak ➢ Dosya oluşturarak çizim yapmak	➢ CAM programını açınız. ➢ "File" altındaki "New" komutu ile yeni bir dosya oluşturunuz. Basit olarak ölçüsü önemli olmayan bir ➢ Basit olarak ölçüsü önemli olmayan bir plaka çiziniz. 
➢ Çizimi kaydetmek	➢ "Save", (kaydet) komtuna, "File" altından girebilirsiniz ➢ Dosya ismini yazarak çizilen nesneyi "Save" menüsüne basarak bilgisayarınıza kaydediniz.

➢ Kesici yolunu belirlemek	➢ “Toolpaths” komutuna giriniz ➢ Takımı seçiniz. 
➢ Takım yolunun Simülasyon kontrolünü yapmak	➢ Takımın simülasyon esnasında nasıl görüneceğine bakınız. 

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Parçayı CAM programına aktardınız mı??		
2.	Modellemenin operasyonunu hazırlayabiliyormsunuz**?**		
3.	Takım yolunu oluşturabiliyormsunuz**?**		
4.	G Kodlarını oluşturup düzenleyebiliyormusunuz**?**		
5.	Plakayı CNC tezgahında işleyebiliyormsunuz**?**		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Ana menüdeki hangi komut takım yolu anlamına gelmektedir?
   A) Solids
   B) Screen
   C) Toolpaths
   D) Xfrom

2. Hangi takım yolu komutunun görevi düzlem yüzey işlemesidir?
   A) Contour
   B) Drill
   C) Pocket
   D) Face

3. Seçme komutlarından hangisi pencere anlamına gelmektedir?
   A) Chain
   B) Window
   C) Area
   D) Single

4. Aşağıdaki komutlardan hangisi kaba işleme anlamına gelmektedir?
   A) Rough
   B) Finish
   C) Surfcace
   D) Face

5. Kesici takımın bütün değerlerinin belirtebileceğimiz komut hangisidir?
   A) Jop Setup
   B) Tool parameters
   C) Define tool
   D) Tool display

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi çizgi komutudur?

A) Line B) Arc C) Curve D) Surface

2. “Line” komutunun dikey çizgi çizen alt komutu hangisidir?

A) Horizantal B) Vertical C) Endpoint D) Multi

3. Aşağıdakilerden hangisi üç noktadan geçen yay çizer?

A) Polar B) Endpoints C) 3 points D) Circ 2 pts

4. Aşağıdakilerden hangisi omurga yüzey anlamına gelir?

A) Coons B) Loft C) Ruled D) Revolve

5. Hızlı bir şekilde dikdörtgeni hangi komutla çizeriz?

A) Circle B) Arc C) Line D) Rectangle

6. Önceden çizilmiş olan bir dosyayı hangi komutla çağırırız?

A) New B) Edit C) Get D) Merge

7). Aşağıdakilerden hangisi budama işlemini yapan komuttur?

A) Trim B) Fillet C) Join D) Extend

8.“Toolpaths” takım yolu komutlarından hangisi delik işlemine yarar?

A) Contour B) Drill C) Pocket D) Face

CEVAP ANAHTARLARI

ÖLÇME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANHTARI

1	**D**
2	**A**
3	**B**
4	**D**
5	**B**

ÖLÇME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANHTARI

1	**C**
2	**D**
3	**B**
4	**A**
5	**C**

MODÜL DEGERLENDİRMENİN CEVAP ANHTARI

1	**A**
2	**B**
3	**C**
4	**B**
5	**D**
6	**C**
7	**A**
8	**B**

KAYNAKÇA

- GÜLESİN Mahmut, GÜLLÜ Abdulkadir, AVCI Özkan, AKDOĞAN Gökalp, **Mastercam ile Tasarım ve Üretim**, Asil Yayın Dağıtım, 2004.
- BAĞCI Özel, **CNC Teknik**, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 2000.
- FİLİZER Ziya,Orhan Ziya İRKİN,**Genel Makine Modelciliği**,İstanbul,1979.

MasterCAM, Pusula Yayıncılık, İstanbul, 2004.